

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Shin-ichi UEHARA et al.  
Conf.:

Appl. No.:

Group:

Filed: August 25, 2003

Examiner:

Title: 3D IMAGE/2D IMAGE SWITCHING DISPLAY  
APPARATUS AND PORTABLE TERMINAL DEVICE

CLAIM TO PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

August 25, 2003

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the priority filing date of the following application(s) for the above-entitled U.S. application under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2002-247208	August 27, 2002

Certified copy(ies) of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

*Benoit Castel*

---

Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23<sup>rd</sup> Street  
Arlington, VA 22202

Telephone (703) 521-2297

BC/ia

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月27日

出願番号

Application Number:

特願2002-247208

[ST.10/C]:

[JP2002-247208]

出願人

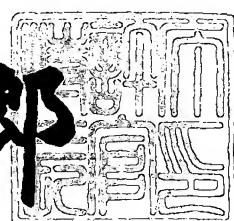
Applicant(s):

日本電気株式会社

2003年 5月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3037424

【書類名】 特許願

【整理番号】 34803826

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G02B 27/22

【発明の名称】 立体画像平面画像切換表示装置及び携帯端末装置

【請求項の数】 35

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 上原 伸一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 高梨 伸彰

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 葉山 浩

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090158

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤巻 正憲

【電話番号】 03-3433-4221

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009782

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715181

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 立体画像平面画像切換表示装置及び携帯端末装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1乃至第n（nは2以上の整数）の画素からなる画素群が複数群周期的に配列された表示手段と、前記各画素群に対応する第1の光学素子が周期的に配列され前記画素から出射した光を屈折させる第1の光学手段と、前記各画素群に対応する第2の光学素子が周期的に配列され前記第1の光学手段から出射した光を屈折させる第2の光学手段と、を有し、前記第1乃至第nの画素が表示する画像が相互に異なるときは、前記第1及び第2の光学手段が前記第1乃至第nの画素から出射した光を相互に異なる第1乃至第nの方向に出射する第1の位置に前記第2の光学手段が前記第1の光学手段に対して相対的に配置され、前記第1乃至第nの画素が同一画像を独立して表示するときは、前記第1の位置から前記第2の光学素子の配列方向にこの第2の光学素子の配列周期の半分の距離又はこの距離に前記第2の光学素子の配列周期の整数倍の距離を加えた距離だけ離れ前記第1及び第2の光学手段が前記第1乃至第nの画素から出射した光を同一方向に出射する第2の位置に前記第2の光学手段が前記第1の光学手段に対して相対的に配置されることを特徴とする立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項2】 前記第1の光学素子の配列周期が、前記第2の光学素子の配列周期と実質的に等しいことを特徴とする請求項1に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項3】 前記表示手段が右眼用画素及び左眼用画素の2種類の画素を有し、立体画像を表示するときには、前記右眼用画素が右眼用の画像を表示すると共に前記左眼用画素が左眼用の画像を表示し、前記第1及び第2の光学手段が前記右眼用画素から出射した光を第1の方向に出射すると共に前記左眼用画素から出射した光を第2の方向に出射し、平面画像を表示するときには、前記右眼用画素及び左眼用画素が共同で同一の平面画像を表示し、前記第1及び第2の光学手段が前記右眼用画素及び左眼用画素から出射された光を同一方向に出射することを特徴とする請求項1又は2に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項4】 前記第1の光学手段が1又は複数枚の凸レンズ型のレンチキ

ユラレンズからなり前記第1の光学素子がレンズ素子である第1のレンチキュラレンズ部であり、前記第2の光学手段が1又は複数枚の凸レンズ型のレンチキュラレンズからなり前記第2の光学素子がレンズ素子である第2のレンチキュラレンズ部であり、立体画像を表示するときには、前記第2のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記第1のレンチキュラレンズ部の1のレンズ素子の光軸に実質的に一致しており、平面画像を表示するときには、前記第2のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記第1のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸に対して前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の半分の長さ又はこの長さに前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれていることを特徴とする請求項3に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項5】 前記第1及び第2のレンチキュラレンズ部のうち少なくとも一方が、相互に重ね合わされた2枚以上のレンチキュラレンズにより構成されていることを特徴とする請求項4に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項6】 前記第1のレンチキュラレンズ部のレンズ面と前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ面とが相互に対向するように配置されていることを特徴とする請求項4又は5に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項7】 前記第1のレンチキュラレンズ部のレンズ面と前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ面とが同じ方向を向くように配置されていることを特徴とする請求項4又は5に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項8】 前記第1のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の曲率と前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の曲率とが相互に等しく、前記第1及び第2のレンチキュラレンズ部を1枚の仮想レンチキュラレンズと見なした場合にこの仮想レンチキュラレンズのレンズ素子の曲率が、前記第1及び第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の曲率の2倍であることを特徴とする請求項4乃至7のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項9】 前記第1のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の曲率と前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の曲率とが相互に等しく、前記第1のレンチキュラレンズ部と前記第2のレンチキュラレンズ部との間の隙間が、前記

第1及び第2のレンチキュラレンズ部を1枚の仮想レンチキュラレンズと見なした場合にこの仮想レンチキュラレンズのレンズ素子の焦点距離の20%以下であることを特徴とする請求項4乃至8のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項10】 立体画像を表示するときに、前記第1のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸と前記第2のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸との間のずれ量が、前記第1のレンチキュラレンズ部におけるレンズ素子の配列周期の12%以下であることを特徴とする請求項4乃至8のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項11】 前記第1及び第2のレンチキュラレンズが夫々前記表示手段に対して相対的に移動可能に設けられており、立体画像を表示するときは、前記第1及び第2のレンチキュラレンズの中央に位置するレンズ素子の光軸が、前記表示手段の中央における前記右眼用画素と左眼用画素からなる画素群の中央を通過し、平面画像を表示するときは、前記第1のレンチキュラレンズの中央に位置するレンズ素子の光軸が、前記画素群の中央に対してこの第1のレンチキュラレンズのレンズ素子の配列周期の(1/4)倍の長さ又はこの長さに前記第1のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれた位置を通過すると共に、前記第2のレンチキュラレンズの中央に位置するレンズ素子の光軸が、前記画素群の中央に対して前記第1のレンチキュラレンズを前記表示手段に対してずらした方向とは反対の方向に前記配列周期の(1/4)倍の長さ又はこの長さに前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれた位置を通過することを特徴とする請求項4乃至10のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項12】 平面画像を表示するときに、画素の発光部が拡大投影された平面可視域の幅が、観察者の両眼間隔よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項4乃至11のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項13】 立体画像を表示するときに、画素から出射した光がこの画素に最も近い前記レンズ素子を介して拡大投影された立体可視域の幅が、観察者

の両眼間隔の2倍に設定されていることを特徴とする請求項4乃至12のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項14】 前記第1及び第2の光学手段のうち一方が1又は複数枚の凸レンズ型のレンチキュラレンズからなる凸型レンチキュラレンズ部であり、他方が1又は複数枚の凹レンズ型のレンチキュラレンズからなる凹型レンチキュラレンズ部であり、前記第1乃至第nの画素が夫々第1乃至第nの画像を表示するときは、前記凸型レンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記凹型レンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸に対して前記凸型レンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の半分の長さ又はこの長さに前記凸型レンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれしており、前記第1乃至第nの画素が共同で同一の画像を表示するときは、前記凸型レンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記凹型レンチキュラレンズ部の1のレンズ素子の光軸に実質的に一致していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項15】 前記凸型レンチキュラレンズ部及び凹型レンチキュラレンズ部のうち少なくとも一方が、相互に重ね合わされた2枚以上のレンチキュラレンズにより構成されていることを特徴とする請求項14に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項16】 前記第1の光学手段が1又は複数枚フライアイレンズからなる第1のフライアイレンズ部であり、前記第2の光学手段が1又は複数枚フライアイレンズからなる第2のフライアイレンズ部であり、前記第2のフライアイレンズ部が前記第1のフライアイレンズ部に対して相対的に前記表示手段の画素が配列されている全ての方向に移動可能に設けられていることを特徴とする請求項1又は2に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項17】 前記第1及び第2のフライアイレンズ部のうち少なくとも一方が、相互に重ね合わされた2枚以上のフライアイレンズにより構成されていることを特徴とする請求項16に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項18】 前記表示手段が2行2列のマトリクス状に配列された第1

乃至第4の画素を有し、前記第1及び第2のフライアイレンズ部が凸型のフライアイレンズからなることを特徴とする請求項16又は17に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項19】 前記画素のうち少なくとも1の画素が右眼用画素であり、他の少なくとも1の画素が左眼用画素であり、立体画像を表示するときは、前記右眼用画素が右眼用の画像を表示すると共に前記左眼用画素が左眼用の画像を表示し、前記第2のフライアイレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記第1のフライアイレンズ部の1のレンズ素子の光軸に実質的に一致しており、平面画像を表示するときは、前記第2のフライアイレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が、前記第1のフライアイレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸に対して、前記右眼用画像から左眼用画像に向かう方向又はその反対の方向に前記第2のフライアイレンズ部のレンズ素子の配列周期の半分の長さ又はこの長さに前記第2のフライアイレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれていることを特徴とする請求項16乃至18のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項20】 前記第1の光学手段がプリズム素子が配列された第1のプリズム板であり、前記第2の光学手段がプリズム素子が配列された第2のプリズム板であり、立体画像を表示するときは、前記表示手段の表示面に垂直な方向から見て、前記第2のプリズム板の中央に位置するプリズム素子の頂点が前記第1のプリズム板の1のプリズム素子とこのプリズム素子に隣接するプリズム素子との間の谷部に実質的に一致しており、平面画像を表示するときは、前記表示手段の表示面に垂直な方向から見て、前記第2のプリズム板の中央に位置するプリズム素子の頂点が前記第1のプリズム板の1のプリズム素子の頂点に実質的に一致していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項21】 前記表示手段は前記画素から出射する光を着色するカラーフィルタを有し、このカラーフィルタは複数種類の色の各色に着色され相互に平行に繰返し配列された複数のストライプ状の部分を有し、前記ストライプ状の部分の長手方向が、前記第1及び第2の光学素子が配列されている方向と平行であ

ることを特徴とする請求項1乃至20のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項22】 前記表示手段が時分割表示方式により画像を表示するものであることを特徴とする請求項1乃至20のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項23】 前記表示手段並びに第1及び第2の光学手段を収納する筐体を有し、前記第2の光学手段が前記筐体に対して固定されていることを特徴とする請求項1乃至22のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項24】 前記第2の光学手段が前記表示手段の保護板、タッチパネル又はフロントライトの機能を有することを特徴とする請求項23に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項25】 前記第1の光学手段の少なくとも一部が前記表示手段の表示面を構成する部材と一体化して形成されていることを特徴とする請求項1乃至24のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項26】 前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方が、前記表示手段の表示面に垂直な方向から見て、複数の部分に分割されており、この各部分が相互に独立に移動可能となっていることを特徴とする請求項1乃至25のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項27】 前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方に枠が設けられていることを特徴とする請求項1乃至26のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項28】 前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方の表面に、反射防止膜が形成されていることを特徴とする請求項1乃至27のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項29】 前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方に取り付けられ、この一方の光学手段を他方の光学手段に対して相対的に移動させるアクチュエータを有することを特徴とする請求項1乃至28のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項30】 前記表示手段並びに第1及び第2の光学手段を収納する筐

体と、この筐体と前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方の光学手段との間に前記第1の光学素子の配列方向に伸縮するように配置され変位量がしきい値を超えると反力が不連続的に低減する1又は複数対の非線形ばねと、を有し、この1又は複数対の非線形ばねは、各対における一方の非線形ばねの変位量が前記しきい値よりも大きく、他方の非線形ばねの変位量が前記しきい値よりも小さくなるように設けられていることを特徴とする請求項1乃至29のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項31】 少なくとも1対の前記非線形ばねは、前記一方の光学手段における前記配列方向に直交する方向に延びる端縁に連結されていることを特徴とする請求項30に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項32】 前記アクチュエータが、形状記憶合金からなり電源に接続された線状部材であることを特徴とする請求項29乃至31のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項33】 前記表示手段が液晶表示装置であることを特徴とする請求項1乃至32のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置。

【請求項34】 請求項1乃至33のいずれか1項に記載の立体画像平面画像切換表示装置を有することを特徴とする携帯端末装置。

【請求項35】 携帯電話、携帯端末、PDA、ゲーム機、デジタルカメラ又はデジタルビデオであることを特徴とする請求項34に記載の携帯端末装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、立体画像と平面画像を切り換えて表示することができる立体画像平面画像切換表示装置及びこれを内蔵した携帯端末装置に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来より、立体画像を表示することができる表示装置が開発されている。これまでに検討が行われてきた立体画像表示方式は、眼鏡を使用する方式と眼鏡を使用しない方式に大別することができる。このうち、眼鏡を使用する方式には、色

の違いを利用したアナグリフ方式、及び偏光を利用した偏光眼鏡方式等があるが、本質的に眼鏡をかける煩わしさを避けることができないため、近年では眼鏡を使用しない眼鏡なし方式の検討が盛んに行われている。

## 【0003】

眼鏡なし方式には、パララックスバリア方式、レンチキュラレンズ方式等がある。パララックスバリア方式は、1896年にBerthierが着想し、1903年にIvesによって実証された。パララックスバリアは、細い縦縞状の多数の開口、即ち、スリットが形成されたバリアである。そして、このパララックスバリアの近傍には、スリットの長手方向と直交する方向に左眼用及び右眼用の画素が配列されている。画素からの光はパララックスバリアを通過する際に一部が遮蔽される。具体的には、左眼用の画素からの光は左眼には到達するが、右眼に向かう光は遮光され、右眼用の画素からの光は右眼には到達するが左眼には到達しないように、画素が配置される。これにより、左右の眼に夫々の画素からの光が到達することになるため、立体画像としての認識が可能になる。当初考案された際には、パララックスバリアが画素と眼との間に配置されていたこともあり、目障りで視認性が低い点が問題であった。しかし、近時の液晶表示装置の実現に伴って、パララックスバリアを表示装置の裏側に配置することが可能となって視認性が改善されたこともあり、現在盛んに検討が行われている。

## 【0004】

一方、レンチキュラレンズ方式は、例えば文献（増田千尋著「3次元ディスプレイ」産業図書株式会社）に記載されているように、前述のIves等により1910年頃に発明された。図36はレンチキュラレンズの形状を示す斜視図である。図36に示すように、レンチキュラレンズ100は一方の面が平面となっており、他方の面には、一方向に延びるかまぼこ状の凸部（シリンドリカルレンズ）が複数個形成されている。そして、このレンズの焦点面に右眼用の画像を表示する画素と左眼用の画素とが交互に配列される。このため、各画素からの光はレンチキュラレンズにより左右の眼に向かう方向に振り分けられる。これにより、左右の眼に相互に異なる画像を認識させることができとなり、観察者に立体画像を認識させることができになる。このレンチキュラレンズ方式は、現在では立体

テレビ等にも広く適用されている。

#### 【0005】

更に近時、立体画像表示装置において平面画像の表示を可能にする検討も盛んに行われている。最も容易な手法としては、前述の左眼用画像と右眼用画像を一致させて表示する方法が考えられるが、この場合には2画素に渡って同一の情報を表示しなければならないため、解像度が半分になる。特に、平面表示時に最も多用される文字表示の視認性が、大幅に低下することが大きな問題となる。

#### 【0006】

そこで、これまでに、解像度の低下なく立体画像と平面画像を切り換えて表示する方法の検討が行われている。例えば、特開平08-068961号公報及び特開平04-112273号公報には、レンチキュラレンズを使用した立体画像表示装置において、レンチキュラレンズと、このレンチキュラレンズの凹凸面に対向するように配置された透明板との間に、レンチキュラレンズを形成する材料と同じ屈折率を有する物質を注入し、レンズの効果を無効にする方式が記載されている。図37はこの従来の立体画像表示装置を示す斜視図である。図37に示すように、この従来の立体画像表示装置101においては、レンチキュラレンズ102の凸面側に透明体103を配置して、レンチキュラレンズ102と透明体103との間に隙間104を形成しておく。平面画像表示時には、この隙間104にレンズと同じ屈折率を有する液状の物質（図示せず）を、ポンプ105等により注入する。これによりレンズ効果は無効になるため、良好な平面表示を実現することができる。立体画像を表示する場合には、注入した物質を隙間104から排出することにより、レンズ効果を有効にして立体表示を実現することができる。

#### 【0007】

また、特開平09-197343号公報には、画素の画像表示面とレンチキュラレンズとの間の距離を変化させることにより、立体画像と平面画像の表示を切換える立体画像表示装置が記載されている。図38はこの従来の立体画像表示装置を示す断面図である。図38に示すように、この従来の立体表示装置111においては、レンチキュラレンズ112と画像表示装置113との間の距離を可変

とする。なお、画像表示装置113には、右眼用の画素114及び左眼用の画素115が交互に配列されている。そして、レンチキュラレンズ112と画像表示装置113との間の距離を、レンチキュラレンズ112の焦点距離とすれば、画素114及び115からの光に対してレンチキュラレンズ112のレンズ効果が有効となり、立体画像を表示することができる。一方、レンチキュラレンズ112と画像表示装置113との間の距離を略ゼロとすれば、画素114及び115からの光に対してレンチキュラレンズ112のレンズ効果が無効となり、平面画像を表示することができる。但し、画像表示装置113として液晶デバイス等の電子ディスプレイを使用する場合には、ガラス基板の厚みがあるために、可変とする距離が制約され、レンチキュラレンズ112と画像表示装置113との間の距離を略ゼロとすることが難しい。そこで、画像表示装置113におけるレンチキュラレンズ112側の表面にファイバフェースプレート116等の画像転送手段を設け、等価的に画像表示装置113の近傍までレンチキュラレンズ112を近づけている。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述の従来の技術には、以下に示すような問題点がある。即ち、従来の立体画像平面画像切換表示装置は、レンチキュラレンズを設け、このレンチキュラレンズのレンズ効果を有効とすることにより立体画像を表示し、レンズ効果を無効とすることにより平面画像を表示しているが、このレンチキュラレンズのレンズ効果の有効／無効を切換えるための切換手段が大掛かりであるため、立体画像平面画像切換表示装置の厚さ及び大きさが大きくなるという問題点がある。また、この切換手段の存在により、表示品質が低下するという問題点がある。更に、この切換手段の動作に時間がかかり、立体画像表示と平面画像表示との切換に時間がかかるという問題点もある。更にまた、切換手段を設けることにより、立体画像平面画像切換表示装置のコストが増加するという問題点もある。

#### 【0009】

即ち、図37に示す特開平08-068961号公報及び特開平04-112273号公報に記載された従来の技術においては、前述のレンチキュラレンズの

レンズ効果を有効／無効とするための切換手段として、ポンプ105により隙間104に対してレンチキュラレンズ102を形成する物質と同じ屈折率を持つ液状物質を注入及び排出する機構を設けている。しかしながら、この方法では、液状物質を注入及び排出するためのポンプ105が必要であり、また、排出した液状物質を蓄積しておくタンクも必要となるため、装置が大型化すると共にコストが増大する。また、液状物質の注入及び排出が不完全であると気泡等が発生して表示品質が低下する。更に、液状物質の注入及び排出に時間がかかり、画像表示の切換に時間がかかる。

#### 【0010】

また、図38に示す特開平09-197343号公報に記載された従来の技術においては、前述のレンチキュラレンズのレンズ効果を有効／無効とするための切換手段として、レンチキュラレンズ112と画像表示装置113との間の距離を可変とする機構を設けている。このため、この距離を変化させるための空間が必要となり、立体画像平面画像切換表示装置の厚みが増大する。また、高価なファイバフェースプレート116等を使用する必要があるためコストが増大する。更に、画像表示装置113からの光がファイバフェースプレート116を通過するため、ファイバフェースプレート116を設けない場合と比較して表示品質が低下する。更にまた、レンチキュラレンズ112の移動に時間がかかるという問題がある。

#### 【0011】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、薄型且つ小型であり、立体画像表示と平面画像表示の切換が高速であり、表示品質が高く、低コストであり、特に携帯電話及びPDA（個人情報端末）等のモバイルユースに適した立体画像平面画像切換表示装置及びこれを使用する携帯端末装置を提供することを目的とする。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る立体画像平面画像切換表示装置は、第1乃至第n（nは2以上の整数）の画素からなる画素群が複数群周期的に配列された表示手段と、前記各画

素群に対応する第1の光学素子が周期的に配列され前記画素から出射した光を屈折させる第1の光学手段と、前記各画素群に対応する第2の光学素子が周期的に配列され前記第1の光学手段から出射した光を屈折させる第2の光学手段と、を有し、前記第1乃至第nの画素が表示する画像が相互に異なるときは、前記第1及び第2の光学手段が前記第1乃至第nの画素から出射した光を相互に異なる第1乃至第nの方向に出射する第1の位置に前記第2の光学手段が前記第1の光学手段に対して相対的に配置され、前記第1乃至第nの画素が同一画像を独立して表示するときは、前記第1の位置から前記第2の光学素子の配列方向にこの第2の光学素子の配列周期の半分の距離又はこの距離に前記第2の光学素子の配列周期の整数倍の距離を加えた距離だけ離れ前記第1及び第2の光学手段が前記第1乃至第nの画素から出射した光を同一方向に出射する第2の位置に前記第2の光学手段が前記第1の光学手段に対して相対的に配置されることを特徴とする。

#### 【0013】

本発明においては、第1の光学手段と第2の光学手段との相対的な位置を変化させることにより、第1乃至第nの画素から出射した光を、相互に異なる第1乃至第nの方向に出射するか、同一方向に出射するかを選択することができる。第1乃至第nの画素が表示する画像が相互に異なり、第1及び第2の光学手段が第1乃至第nの画素から出射した光を相互に異なる第1乃至第nの方向に出射すれば、観察者が視点を変えることにより、異なる画像を観察することができる。これにより、観察者に立体画像を認識させることができる。また、第1乃至第nの画素が同一画像を独立して表示し、第1及び第2の光学手段が第1乃至第nの画素から出射した光を同一方向に出射すれば、平面画像を高解像度で表示することができる。なお、第1乃至第nの画素が同一画像を独立して表示するとは、第1乃至第nの画素が同一の画像の異なるドットを形成することにより、共同で同一の画像を表示するということである。これにより、第1乃至第nの画素が表示する画像が相互に異なる場合の各画像と比較して、前記同一画像の解像度がn倍になる。

#### 【0014】

また、本発明においては、第1乃至第nの画素から出射した光を相互に異なる

第1乃至第nの方向に出射するか同一方向に出射するかの選択を、第2の光学手段を第1の光学手段に対して第2の光学素子の配列周期の半分の距離又はこの距離に前記第2の光学素子の配列周期の整数倍の距離を加えた距離だけ相対的に移動させることにより実現できるため、大きな空間及び大掛かりな機構を必要とせず、薄型且つ小型であり、画像表示の切換が高速であり、低コストである立体画像平面画像切換表示装置を実現することができる。更に、第1及び第2の光学手段の他に、画素から出射した光が通過する構成要素がないため、表示品質が良好である。更にまた、第1及び第2の光学手段を有しているため、収差を低減することができ、高品質な表示が可能になる。

#### 【0015】

また、前記表示手段が右眼用画素及び左眼用画素の2種類の画素を有し、立体画像を表示するときには、前記右眼用画素が右眼用の画像を表示すると共に前記左眼用画素が左眼用の画像を表示し、前記第1及び第2の光学手段が前記右眼用画素から出射した光を第1の方向に出射すると共に前記左眼用画素から出射した光を第2の方向に出射し、平面画像を表示するときには、前記右眼用画素及び左眼用画素が共同で同一の平面画像を表示し、前記第1及び第2の光学手段が前記右眼用画素及び左眼用画素から出射された光を同一方向に出射してもよい。これは前記nが2である場合である。これにより、観察者が第1の方向の先に右眼を位置させ、第2の方向の先に左眼を位置させれば、立体画像の表示時には、右眼により右眼用画像を観察し、左眼により左眼用画像を観察することができる。この結果、観察者は立体画像を認識することができる。また、平面画像の表示時には、左右の眼で同じ画像を観察することができる。

#### 【0016】

更に、前記第1の光学手段が1又は複数枚の凸レンズ型のレンチキュラレンズからなり前記第1の光学素子がレンズ素子である第1のレンチキュラレンズ部であり、前記第2の光学手段が1又は複数枚の凸レンズ型のレンチキュラレンズからなり前記第2の光学素子がレンズ素子である第2のレンチキュラレンズ部であり、立体画像を表示するときには、前記第2のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記第1のレンチキュラレンズ部の1のレンズ素子の

光軸に実質的に一致しており、平面画像を表示するときには、前記第2のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記第1のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸に対して前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の半分の長さ又はこの長さに前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれていてもよい。

## 【0017】

第1のレンチキュラレンズのレンズ素子の光軸を第2のレンチキュラレンズのレンズ素子の光軸に一致させることにより、第1及び第2のレンチキュラレンズが、曲率がこの第1及び第2のレンチキュラレンズの2倍であり配列周期が第1及び第2のレンチキュラレンズと等しい1枚の仮想的なレンチキュラレンズと等価になる。これにより、右眼用画像を第1の方向に出射し、左眼用画像を第2の方向に出射することができる。また、第1のレンチキュラレンズのレンズ素子の光軸を第2のレンチキュラレンズのレンズ素子の光軸から半配列周期だけずらすことにより、第1及び第2のレンチキュラレンズは、曲率がこの第1及び第2のレンチキュラレンズの2倍であり配列周期が第1及び第2のレンチキュラレンズの略半分である1枚の仮想的なレンチキュラレンズと等価になる。これにより、各画素に夫々レンズ素子が対応するようになり、各画素からの光が同じ方向に拡大投影される。

## 【0018】

更にまた、前記第1及び第2のレンチキュラレンズ部のうち少なくとも一方が、相互に重ね合わされた2枚以上のレンチキュラレンズにより構成されていてもよい。この場合、立体画像平面画像切換表示装置は3枚以上のレンチキュラレンズを有することになる。これにより、収差をより一層低減することができる。

## 【0019】

更にまた、前記第1のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の曲率と前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の曲率とが相互に等しく、前記第1のレンチキュラレンズ部と前記第2のレンチキュラレンズ部との間の隙間が、前記第1及び第2のレンチキュラレンズ部を1枚の仮想レンチキュラレンズと見なした場合

にこの仮想レンチキュラレンズのレンズ素子の焦点距離の20%以下であることが好ましい。これにより、より良好な立体画像表示を実現することができる。

#### 【0020】

更にまた、立体画像を表示するときに、前記第1のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸と前記第2のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸との間のずれ量が、前記第1のレンチキュラレンズ部におけるレンズ素子の配列周期の12%以下であることが好ましい。これにより、より良好な立体画像表示を実現することができる。

#### 【0021】

更にまた、前記第1及び第2のレンチキュラレンズが夫々前記表示手段に対して相対的に移動可能に設けられており、立体画像を表示するときは、前記第1及び第2のレンチキュラレンズの中央に位置するレンズ素子の光軸が、前記表示手段の中央における前記右眼用画素と左眼用画素からなる画素群の中央を通過し、平面画像を表示するときは、前記第1のレンチキュラレンズの中央に位置するレンズ素子の光軸が、前記画素群の中央に対してこの第1のレンチキュラレンズのレンズ素子の配列周期の(1/4)倍の長さ又はこの長さに前記第1のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれた位置を通過すると共に、前記第2のレンチキュラレンズの中央に位置するレンズ素子の光軸が、前記画素群の中央に対して前記第1のレンチキュラレンズを前記表示手段に対してずらした方向とは反対の方向に前記配列周期の(1/4)倍の長さ又はこの長さに前記第2のレンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれた位置を通過してもよい。これにより、立体可視域と平面可視域とを相互に一致させることができ、立体画像表示と平面画像表示とを切換えるときに、視点を移動させる必要がなくなる。

#### 【0022】

更にまた、平面画像を表示するときに、画素の発光部が拡大投影された平面可視域の幅が、観察者の両眼間隔よりも大きく設定されていることが好ましく、立体画像を表示するときに、画素から出射した光がこの画素に最も近い前記レンズ素子を介して拡大投影された立体可視域の幅が、観察者の両眼間隔の2倍に設定

されていることが好ましい。これにより、立体可視域と平面可視域と重なる領域を最大にすることができます。なお、両眼間隔は観察者によって異なるが、本発明の立体画像平面画像切換表示装置の使用者層として想定される使用者層の平均的な両眼間隔を採用すればよい。一般的には、両眼間隔として例えば65mmの値が多用される。

## 【0023】

更にまた、前記第1及び第2の光学手段のうち一方が1又は複数枚の凸レンズ型のレンチキュラレンズからなる凸型レンチキュラレンズ部であり、他方が1又は複数枚の凹レンズ型のレンチキュラレンズからなる凹型レンチキュラレンズ部であり、前記第1乃至第nの画素が夫々第1乃至第nの画像を表示するときは、前記凸型レンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記凹型レンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸に対して前記凸型レンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の半分の長さ又はこの長さに前記凸型レンチキュラレンズ部のレンズ素子の配列周期の整数倍の長さを加えた長さだけずれており、前記第1乃至第nの画素が共同で同一の画像を表示するときは、前記凸型レンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸が前記凹型レンチキュラレンズ部の1のレンズ素子の光軸に実質的に一致していてもよい。

## 【0024】

凸型のレンチキュラレンズの光軸が凹型のレンチキュラレンズの光軸に対して配列周期の半分の長さだけずれている場合、この凸型及び凹型のレンチキュラレンズは、各画素に対応するプリズム素子が配列された1枚の仮想的なプリズム板と等価になる。この仮想的なプリズム板により、第1乃至第nの画素から出射した光が第1乃至第nの方向に出射される。また、凸レンズ型のレンチキュラレンズの光軸が凹レンズ型のレンチキュラレンズの光軸に一致すると、レンズの機能が相殺され、第1乃至第nの画素から出射した光が同一の方向に出射する。

## 【0025】

更にまた、前記第1の光学手段が1又は複数枚フライアイレンズからなる第1のフライアイレンズ部であり、前記第2の光学手段が1又は複数枚フライアイレンズからなる第2のフライアイレンズ部であり、前記第2のフライアイレンズ部

が前記第1のフライアイレンズ部に対して相対的に前記表示手段の画素が配列されている全ての方向に移動可能に設けられていてもよい。これにより、画素が配列する全ての方向に光を照射することができる。この結果、例えば画面の左右方向の他に上下方向についても異なる画像を出力することができる。このため、例えば、画面の向きを左右方向と上下方向とに切り替えて、夫々の方向において立体表示を行うことができる。また、上下方向の立体感を実現することができる。

#### 【0026】

更にまた、前記第1の光学手段がプリズム素子が配列された第1のプリズム板であり、前記第2の光学手段がプリズム素子が配列された第2のプリズム板であり、立体画像を表示するときは、前記表示手段の表示面に垂直な方向から見て、前記第2のプリズム板の中央に位置するプリズム素子の頂点が前記第1のプリズム板の1のプリズム素子とこのプリズム素子に隣接するプリズム素子との間の谷部に実質的に一致しており、平面画像を表示するときは、前記表示手段の表示面に垂直な方向から見て、前記第2のプリズム板の中央に位置するプリズム素子の頂点が前記第1のプリズム板の1のプリズム素子の頂点に実質的に一致していてもよい。光学手段としてプリズム板を使用することにより、レンチキュラレンズを使用する場合と比較して、コストを低減することができる。

#### 【0027】

更にまた、前記表示手段は前記画素から出射する光を着色するカラーフィルタを有し、このカラーフィルタは複数種類の色の各色に着色され相互に平行に繰返し配列された複数のストライプ状の部分を有し、前記ストライプ状の部分の長手方向が、前記第1及び第2の光学素子が配列されている方向と平行であることが好ましい。これにより、色モアレの発生を防止し、高品質な表示を行うことができる。

#### 【0028】

又は、前記表示手段が時分割表示方式により画像を表示するものであることが好ましい。これにより、カラーフィルタが不要になり、色空間分割の影響を低減することができるため、表示品質が向上する。また、画素数を通常の（1／3）

に低減することができる。更に、カラーフィルタによる光の吸収がなく、発光効率が向上し、省電力化を図ることができる。

#### 【0029】

また、前記表示手段並びに第1及び第2の光学手段を収納する筐体を有し、前記第2の光学手段が前記筐体に対して固定されていてもよく、前記第2の光学手段が前記表示手段の保護板、タッチパネル又はフロントライトの機能を有してもよい。これにより、保護板、タッチパネル又はフロントライトを特別に設ける必要がなく、装置の高機能化及び／又は薄型化を図ることができる。

#### 【0030】

更に、前記第1の光学手段の少なくとも一部が前記表示手段の表示面を構成する部材と一体化して形成されていてもよい。これにより、立体画像平面画像切換表示装置のより一層の薄型化を図ることができる。又は、立体画像平面画像切換表示装置の厚さを同じとする場合は、他の光学手段の厚さを増加させることができるために、光学手段の反り及び歪みを低減することができる。この結果、良好な表示品質が得られる立体画像平面画像切換表示装置を高歩留まりで製造することができる。

#### 【0031】

更にまた、前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方が、前記表示手段の表示面に垂直な方向から見て、複数の部分に分割されており、この各部分が相互に独立に移動可能となっていてもよい。これにより、立体画像と高解像度な平面画像とを混在させて同時に表示することができる。

#### 【0032】

更にまた、前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方に枠が設けられていることが好ましい。これにより、光学手段の反り及び歪み等の変形を抑制することができる。

#### 【0033】

更にまた、前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方の表面に、反射防止膜が形成されていることが好ましい。これにより、光学手段による光の反射を抑制し、表示品質をより一層向上させることができる。

## 【0034】

更にまた、前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方に取り付けられ、この一方の光学手段を他方の光学手段に対して相対的に移動させるアクチュエータを有することができる。

## 【0035】

更にまた、前記表示手段並びに第1及び第2の光学手段を収納する筐体と、この筐体と前記第1及び第2の光学手段のうち少なくとも一方の光学手段との間に前記第1の光学素子の配列方向に伸縮するように配置され変位量がしきい値を超えると反力が不連続的に低減する1又は複数対の非線形ばねと、を有し、この1又は複数対の非線形ばねは、各対における一方の非線形ばねの変位量が前記しきい値よりも大きく、他方の非線形ばねの変位量が前記しきい値よりも小さくなるように設けられていてもよい。これにより、非線形ばねの反力差により、光学手段を前記第1の位置又は前記第2の位置に安定的に保持することができる。

## 【0036】

更にまた、前記アクチュエータが、形状記憶合金からなり電源に接続された線状部材であってもよい。これにより、電気信号により作動するアクチュエータを簡単な構成により実現することができる。

## 【0037】

本発明に係る携帯端末装置は、前述の立体画像平面画像切換表示装置を有することを特徴とする。また、この携帯端末装置は、携帯電話、携帯端末、PDA、ゲーム機、デジタルカメラ又はデジタルビデオであってもよい。

## 【0038】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について添付の図面を参照して具体的に説明する。先ず、本発明の第1の実施形態について説明する。図1は本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、図2は本実施形態に係る携帯端末装置を示す斜視図である。なお、図1には観察者の右眼51及び左眼52も示している。

## 【0039】

図1に示すように、本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置1（以下、単に切換表示装置1ともいう）においては、液晶表示装置2が設けられており、この液晶表示装置2における光が出射する側には、光分配装置3が設けられている。

#### 【0040】

液晶表示装置2においては、バックライト10が設けられており、バックライト10の光が入射する位置には、バックライト10側から順にガラス基板23、液晶層24、カラーフィルタ26、ガラス基板25が相互に平行に設けられている。液晶層24においては、左眼用の画素41及び右眼用の画素42が交互に配列されている。また、ガラス基板25には、必要に応じて偏光板又は補償板等の光学フィルム8が貼付されている。カラーフィルタ26はストライプ方式のカラーフィルタであり、例えば赤（R）、緑（G）、青（B）のストライプが相互に平行に繰返し配列されている。

#### 【0041】

光分配装置3においては、第1の光学手段としての凸型のレンチキュラレンズ31及び第2の光学手段としても凸型のレンチキュラレンズ32が設けられている。図36に示すレンチキュラレンズ100と同様に、レンチキュラレンズ31は一方の面が平面となっており、他方の面には、光学素子、即ちレンズ素子としての一方向に延びるかまぼこ状の凸部31a（シリンドリカルレンズ）が複数個形成されている。レンチキュラレンズ32の形状もレンチキュラレンズ31と同じであり、一方の面が平面であり、他方の面にかまぼこ状の凸部32aが形成されている。レンチキュラレンズ31及び32は凸型のレンズであるため、正の焦点距離を有する。そして、レンチキュラレンズ31及び32は、凸部31aと凸部32aとが相互に対向するように、相互に平行に配置されており、レンチキュラレンズ32はレンチキュラレンズ31よりも液晶表示装置2に近い側に配置されている。また、凸部31aが連なる方向と、凸部32aが連なる方向とは、同じ方向11となっている。更に、レンチキュラレンズのレンズピッチは、方向11に沿って配列し相互に隣接する各1個の左眼用画素41及び右眼用画素42からなる対の方向11における長さに対応している。即ち、夫々1個の凸部31a

及び32aが、1対の画素41及び42からなる画素群に対応している。

#### 【0042】

レンチキュラレンズ32は液晶表示装置2の光学フィルム8に、光硬化型接着剤層9を介して接着されている。このとき、液晶表示装置2の表面に垂直な方向からみて、レンチキュラレンズ32の中心が、液晶表示装置2の中心と一致するよう、レンチキュラレンズ32が液晶表示装置2に固定されている。また、カラーフィルタ26のストライプの長手方向が、凸部31a及び32aが連なる方向11と一致するようになっている。カラーフィルタ26のストライプの長手方向が方向11と直交すると、レンチキュラレンズによって色分離が起こり、色モアレとなって観察され、表示品質が低下する。従って、ストライプの長手方向と方向11とは一致することが好ましい。従って、切換表示装置1においては、バックライト10、ガラス基板23、液晶層24、カラーフィルタ26、ガラス基板25、光学フィルム8、光硬化型接着剤層9、レンチキュラレンズ32及びレンチキュラレンズ31がこの順に相互に平行に配列されている。

#### 【0043】

一方、レンチキュラレンズ31の周囲には、レンズの反り及び歪み等の変形を抑制するための棒7が取り付けられており、棒7にはレンチキュラレンズ31をレンチキュラレンズ32に対して方向11に移動可能とするアクチュエータ6が取り付けられている。また、レンチキュラレンズ31及び32は、ポリメチルメタアクリレート(PMMA)により形成されている。更に、レンチキュラレンズ31及び32の表面には、表面反射を抑制するための反射防止膜である低反射コート(図示せず)が形成されている。更にまた、液晶表示装置2及び光分配装置3を収納し、切換表示装置1の外板を構成する筐体(図示せず)が設けられており、この筐体にはレンチキュラレンズ31の移動を案内するガイド手段が設けられている。このガイド手段は例えば溝である。

#### 【0044】

次に、本実施形態に係る携帯端末装置について説明する。図2に示す携帯電話16は、本実施形態に係る携帯端末装置の一例である。携帯電話16においては、その表示部分に前述の切換表示装置1が使用されている。そして、レンチキュ

ラレンズ32（図1参照）が、携帯電話16の表示面側に配置されている。なお、この場合、携帯電話16の筐体が切換表示装置1の筐体を兼ねていてもよい。

#### 【0045】

次に、本実施形態に係る切換表示装置1の動作について説明する。図3（a）及び（b）は切換表示装置1の動作を示す断面図であり、（a）は立体画像を表示する場合を示し、（b）は平面画像を表示する場合を示す。また、図4は、立体画像表示時において2枚のレンチキュラレンズを1枚のレンチキュラレンズとみなした場合の光学モデルを示す図であり、図5は、平面画像表示時において2枚のレンチキュラレンズと等価な1枚のレンチキュラレンズを示す断面図である。なお、図3（a）及び（b）においては、バックライト10、カラーフィルタ26、光学フィルム8、光硬化型接着剤層9、枠7及びアクチュエータ6は図示を省略されている。後述する図13、15、16、18、24、25、27、28、29、32においても同様である。

#### 【0046】

先ず、立体画像を表示する場合について説明する。図3（a）に示すように、この切換表示装置1により立体画像を表示するときは、アクチュエータ6（図1参照）により、レンチキュラレンズ31の凸部31aの光軸（以下、レンチキュラレンズ31の光軸ともいう）がレンチキュラレンズ32の凸部32aの光軸（以下、レンチキュラレンズ32の光軸ともいう）に一致するように、レンチキュラレンズ31の位置を調節する。即ち、レンチキュラレンズ31の凸部31aが、レンチキュラレンズ32の凸部32aに対向するようにする。そして、左眼用の画素41に左眼用の画像を表示させ、右眼用の画素42に右眼用の画像を表示させる。

#### 【0047】

図1及び図3（a）に示すように、バックライト10から出射した光は、液晶表示装置2のガラス基板23、液晶層24、ガラス基板25をこの順に透過する。このとき、液晶層24の画素41及び42により画像が形成される。そして、ガラス基板25を透過した光は、カラーフィルタ26、光学フィルム8及び光硬化型接着剤層9を透過し、光分配装置3に入射する。光分配装置3に入射した光

は、光分配装置3のレンチキュラレンズ32及び31により、観察者の左眼52に向かう方向及び右眼51に向かう方向の2つの方向に振り分けられる。以下、この動作について詳細に説明する。

【0048】

図3 (a) に示すように、レンチキュラレンズ31及び32を、凸部同士が対向するように配置した場合、レンチキュラレンズ31及び32の凸部31a及び32aの高さが、これらのレンズの焦点距離に対して十分に小さいため、2枚のレンチキュラレンズ31及び32は、これらのレンズの倍の能力をもつ1枚のレンチキュラレンズと等価であるとみなすことができる。即ち、図3 (a) に示す2枚のレンチキュラレンズ31及び32は、図4に示すレンズピッチがレンチキュラレンズ31及び32と等しく、曲率が2倍である1枚のレンチキュラレンズ36と等価である。

【0049】

そして、図4に示すように、左眼用の画素41から出射した光は、レンチキュラレンズ36により屈折し、領域 $E_L$ に向けて出射する。また、右眼用の画素42から出射した光は、レンチキュラレンズ36により屈折し、領域 $E_R$ に向けて出射する。このため、観察者が左眼52を領域 $E_L$ に位置させ、右眼51を領域 $E_R$ に位置させることにより、左眼52に左眼用の画像が入力されると共に、右眼51に右眼用の画像が入力され、立体画像を認識することができる。

【0050】

次に、平面画像を表示する場合について説明する。図3 (b) に示すように、切換表示装置1により平面画像を表示するときは、アクチュエータ6により、レンチキュラレンズ31の光軸がレンチキュラレンズ32の光軸に対して、方向11に半レンズピッチずれるように、レンチキュラレンズ31の位置を調節する。即ち、レンチキュラレンズ31の凸部31aが、レンチキュラレンズ32の凸部32a間の部分に対向するようになる。なお、立体画像表示と平面画像表示とを切換えるときは、レンチキュラレンズ31をレンチキュラレンズ32に対して方向11にレンズピッチの0.5倍の距離だけ移動させればよいが、この距離にレンズピッチの整数倍の距離を加えた距離、例えば、レンズピッチの1.5倍の距

離だけ移動させてもよい。そして、画素41及び42に平面画像を表示させる。このとき、画素41及び42は同一画像を独立して表示する。即ち、画素41及び42を夫々独立した画素として駆動させ、共同で同一の画像を表示させる。このため、平面画像の解像度は、前述の立体画像の解像度の2倍になる。

## 【0051】

図1及び図3(b)に示すように、バックライト10から出射した光は、ガラス基板23、液晶層24、ガラス基板25、カラーフィルタ26、光学フィルム8及び光硬化型接着剤層9をこの順に透過し、光分配装置3に入射する。光分配装置3に入射した光は、光分配装置3のレンチキュラレンズ32及び31により、1つの方向に出射する。これにより、画素41及び42を通過した光はいずれも、観察者の左眼52及び右眼51の双方に入力される。以下、この動作について詳細に説明する。

## 【0052】

図3(b)に示すように、レンチキュラレンズ31の光軸がレンチキュラレンズ32の光軸に対して方向11に半レンズピッチずれている場合、図5に示すように、2枚のレンチキュラレンズ31及び32は、レンズピッチがレンチキュラレンズ31及び32の半分であり曲率が2倍である1枚のレンチキュラレンズ37とほぼ等価になる。

## 【0053】

画素41及び42から出射した光は、レンチキュラレンズ31及び32により屈折し、相互に同じ方向に向けて出射する。このとき、各画素が夫々観察面における一定の幅eを有する領域に拡大され、その繰返しピッチもeとなる。このため、観察者の左眼52及び右眼51には、画素41から出射した光及び画素42から出射した光の双方が入射する。この結果、左眼51及び右眼52には同じ画像が入力され、観察者は平面画像を認識することができる。

## 【0054】

以下、切換表示装置1の各部のサイズについて説明する。2枚のレンチキュラレンズを使用する場合について説明するために、先ず、1枚のレンチキュラレンズを使用する場合について、図4に示す光学モデルを使用して説明する。レンチ

キュラレンズ3 6 の厚さをHとし、屈折率をnとする。レンチキュラレンズ3 6 の片面は平面となっており、他の片面には凸型のシリンドリカルレンズ、即ち1方向に延びるかまぼこ状の凸部3 6 aが、方向1 1に沿って多数配列されているものとする。このレンチキュラレンズの焦点距離はfとし、レンズピッチはLとする。液晶表示装置2の画素は、各1個の左眼用画素4 1及び右眼用画素4 2が1組になって配置されている。各画素の幅はPとする。1つの凸部3 6 aに対して各1個の左眼用画素4 1及び右眼用画素4 2の2画素からなる組が対応している。また、レンチキュラレンズ3 6と観察者との間の距離をDとし、立体可視域、即ち、レンズから距離Dだけ離れレンズと平行な仮想平面上における左眼5 2及び右眼5 1を位置させる領域であって、観察者が立体画像を認識できるような領域E<sub>L</sub>及びE<sub>R</sub>の方向1 1における長さをeとする。更に、レンチキュラレンズ3 6の中央に位置する凸部3 6 aの中心から、レンチキュラレンズ3 6の端に位置する凸部3 6 aの中心までの距離をW<sub>L</sub>とし、液晶表示装置2の中心に位置する左眼用画素4 1と右眼用画素4 1の対の中心と、液晶表示装置2の端に位置する画素対の中心との距離をW<sub>P</sub>とする。更にまた、レンチキュラレンズ3 6の中央に位置する凸部3 6 aにおける光の入射角及び出射角を夫々 $\alpha$ 及び $\beta$ とし、レンチキュラレンズ3 6の端に位置する凸部3 6 aにおける光の入射角及び出射角を夫々 $\gamma$ 及び $\delta$ とする。距離W<sub>L</sub>と距離W<sub>P</sub>との差をCとし、距離W<sub>P</sub>の領域に含まれる画素数を2m個とする。

## 【0055】

通常、表示装置に合わせてレンチキュラレンズを設計する場合が多いので、Pは定数として扱う。また、レンチキュラレンズの材料を選択することにより、nが決定される。これに対して、レンズと観察者との間の距離D及び立体可視域eは所望の値を設定する。これらの値を使用して、レンズ面と画素と間の距離H及びレンズピッチLを決定する。スネルの法則と幾何学的関係より、下記数式1乃至6が成立する。また、下記数式7乃至9が成立する。

## 【0056】

【数1】

$$n \times \sin \alpha = \sin \beta$$

【0057】

【数2】

$$D \times \tan \beta = e$$

【0058】

【数3】

$$H \times \tan \alpha = P$$

【0059】

【数4】

$$n \times \sin \gamma = \sin \delta$$

【0060】

【数5】

$$H \times \tan \gamma = C$$

【0061】

【数6】

$$D \times \tan \delta = W_L$$

【0062】

【数7】

$$W_P - W_L = C$$

【0063】

【数8】

$$W_P = 2 \times m \times P$$

【0064】

【数9】

$$W_L = m \times L$$

【0065】

上記数式2、1及び3より、夫々下記数式10、11及び12が成立する。

【0066】

【数10】

$$\beta = \arctan\left(\frac{e}{D}\right)$$

【0067】

【数11】

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{\sin \beta}{n}\right)$$

【0068】

【数12】

$$H = \frac{P}{\tan \alpha}$$

【0069】

また、上記数式6及び9より下記数式13が成立する。また、上記数式7乃至9より、下記数式14が成立する。更に、上記数式5より、下記数式15が成立する。

【0070】

【数13】

$$\delta = \arctan\left(\frac{m \times L}{D}\right)$$

【0071】

【数14】

$$C = 2 \times m \times P - m \times L$$

【0072】

【数15】

$$\gamma = \arctan\left(\frac{C}{H}\right)$$

【0073】

なお、下記数式16に示すように、レンチキュラレンズ36の厚さHを焦点距離fと等しくすると、レンズの曲率半径rは下記数式17により求まる。

【0074】

【数16】

$$f = H$$

【0075】

【数17】

$$r = H \times \frac{n-1}{n}$$

【0076】

以下、切換表示装置1の具体的なサイズの1例を示す。なお、以下に示すサイズは本実施形態の理解を容易にするために例示するものであり、本発明はこれに限定されない。例えば、画素ピッチPが0.24mmである表示装置を使用し、レンチキュラレンズの材料として屈折率nが1.49であるポリメチルメタクリ

レート（PMMA）を使用し、レンズと観察者との距離Dを280mmとし、立体可視域の長さeを65mmとし、mの値を60と設定すると、上記各数式により、レンズ面と画素との距離Hは1.57mm、レンズピッチLは0.4782mm、レンズの曲率半径rは0.5161mmとすれば良いことがわかる。

## 【0077】

次に、上述の結果に基づいて、2枚のレンチキュラレンズを備えた光学系の設計を行う。前述の如く、2枚のレンチキュラレンズ31及び32は、1枚のレンチキュラレンズ36と等価であるため、2枚のレンチキュラレンズ31及び32の曲率半径Rは、1枚のレンチキュラレンズ36の曲率半径rの2倍の値に設計する。即ち、下記数式18が成立する。2枚のレンチキュラレンズ31及び32の曲率半径Rは、例えば1.032mmである。レンチキュラレンズは公知の手法で上述の形状に加工されている。また、レンチキュラレンズ31及び32の厚さは、夫々例えば0.5mmであり、レンチキュラレンズ31とレンチキュラレンズ32との間の間隔は例えば30μmである。更に、ガラス基板23及び25の厚さは夫々0.7mmであり、光学フィルム8の厚さは例えば0.15mmである。

## 【0078】

## 【数18】

$$R = 2 \times r$$

## 【0079】

この設計の妥当性を検討するために、市販の光線追跡シミュレータを使用して計算機シミュレーションを行う。図6は、このシミュレーションに使用する光学モデルを示す図であり、立体画像表示時の配置を示す。また、図7は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、このシミュレーションの結果を示すグラフ図であり、図8は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、1枚のレンチキュラレンズを使用した場合の立体画像表示、及びレンチキュラレンズを使用しない場合の平面画像表示のシミュレーション結果を示すグラフ図である。

## 【0080】

図6に示すように、表示装置側のレンチキュラレンズ32には、曲率半径Rが1.032mmであるかまぼこ形の凸部32aが9個配列され、その配列ピッチ（レンズピッチ）Lは0.4782mmとし、厚さHは1.57mmとする。なお、9個の凸部の中心に位置する凸部32cの中心をシミュレーションの原点として設定し、厚さ方向にZ軸、レンズの連なる方向にX軸を設定する。観察者側のレンチキュラレンズ31として、レンチキュラレンズ32と同じピッチ、曲率半径を有するレンズを使用し、その厚さは0.5mmとする。レンチキュラレンズ31は、そのレンズ面を表示装置側に向け、表示装置側のレンチキュラレンズ32に当接させて配置されている。

## 【0081】

画素は、前述の座標系において、 $(x, z) = (0.12\text{mm}, -1.57\text{mm})$ の位置を中心として、幅が0.186mmの発光領域である発光体43を、表示装置側のレンチキュラレンズ32の平面側に当接させて単体で配置している。即ち、これは、右眼には発光体43からの光が入射し、左眼には入射しないような設定である。発光領域の両側には、幅が夫々0.027mmの非表示領域が設けられている。これにより、 $0 \leq x \leq 0.027\text{mm}$ の領域、及び $0.213 \leq x \leq 0.240\text{mm}$ の領域が非表示領域となり、 $0.027 \leq x \leq 0.213\text{mm}$ の領域が発光領域となる。非表示領域は、表示装置の混色を防止したり、画素に表示信号を伝送したりする目的で配置される遮光部に相当する。また、観察位置に相当する受光面53は、 $z = 280\text{mm}$ の位置に、 $-150 \leq x \leq +150\text{mm}$ の領域に渡って設定する。なお、平面画像表示をシミュレートする場合には、観察者側のレンチキュラレンズ31を+X方向に半レンズピッチ（0.2391mm）ずらして配置する。

## 【0082】

また、表示画面の均一性についての評価を行うために、表示画面の端に位置する画素についても、同様に計算を行う。これは、均一な表示を行うためには、表示画面の中央と端とのシミュレーション結果が一致することが必要条件であり、更に十分条件にもなる。この理由は、表示画面の中央と端との間に位置する画素

の表示品質は、表示画面の中央における画素の表示品質と、表示画面の端における画素の表示品質との中間の値になるため、中央の画素及び端の画素について評価すれば、表示画面全体の表示品質を評価できるからである。表示画面の端に位置する画素についてのシミュレーションにおいては、画面端に位置するレンズの中心を原点に設定し、表示画面中央の場合と同様に2枚のレンチキュラレンズを設定する。画素は、レンズピッチと画素ピッチの違いを考慮し、 $C = 0.107$  mmのオフセットを設定して、 $x = 0.227$  mmの位置を中心として、幅が0.186 mmの発光体を設置する。受光面は、 $W_L$  のオフセットを考慮し、 $(x, z) = (-28.692 \text{ mm}, 280 \text{ mm})$  の位置を中心として、X方向に±150 mmの範囲に渡って設定する。これらのシミュレーション結果を図7に示す。

#### 【0083】

また、比較のために、曲率がレンチキュラレンズ31及び32の曲率の2倍である1枚のレンチキュラレンズを使用して立体画像を表示する場合、及びレンチキュラレンズを使用せずに平面画像を表示する場合のシミュレーションを行う。このシミュレーション結果を図8に示す。

#### 【0084】

図7に示すように、図6に示す光学モデルを使用したシミュレーションにおいては、立体画像表示時には、 $-60 \leq x \leq 0$  及び  $60 \leq x \leq 120$  (mm) の領域で照度が高くなり、それ以外の領域では照度が低くなる。なお、 $-150 \leq x \leq -120$  mmの領域において低いピークが認められるが、これは図6に示す凸部32bを通過した光である。また、 $-60 \leq x \leq 0$  mmの領域に認められるピークは、図6に示す9個の凸部のうち中央に位置する凸部32cを通過した光である。更に、 $60 \leq x \leq 120$  mmの領域に認められるピークは、図6に示す凸部32dを通過した光である。

#### 【0085】

例えば、観察者の両眼間隔が65 mmであり、両眼中心位置が $x = 0$  mmである場合、右眼の位置は $x = -32.5$  mmとなり、左眼の位置は $x = +32.5$  mmとなる。このため、図7に示すような表示を行った場合、右眼には十分な量

の光が入射し、左眼には光がほとんど入射しない。これは、図1に示すような実際の切換表示装置1において、左眼用画素に左眼用画像を表示させ、右眼用画素に右眼用画像を表示させた場合、左眼には左眼用画像が入力され、右眼には右眼用画像が入力され、両画像の分離が十分に確保され、観察者は立体画像を良好に認識できることを意味する。

#### 【0086】

また、図8に示すように、1枚のレンチキュラレンズを使用して立体画像を表示する場合においては、図7に示す2枚のレンズを使用する場合とほぼ同じ結果が得られるが、画素を拡大投影した像の幅は、図7に示す2枚のレンズを使用する場合よりも大きくなる。これは、2枚のレンズを使用することにより、この2枚のレンズと等価な1枚のレンズを使用する場合と比較して、収差を低減でき、投影像のぼけを抑制できるためである。即ち、2枚のレンズを使用すれば、1枚のレンズを使用する場合よりも、収差が少なくクロストークが生じにくい品質が優れた立体画像表示を実現することができる。

#### 【0087】

また、平面画像表示時には、約60mm周期で照度が低くなる領域が出現する。これは、前述の非表示領域が拡大投影された領域である。この領域を除けば、 $-90 \leq x \leq +150$ mmの広い領域に渡って、照度が略均一になる。

#### 【0088】

また、図8に示すように、レンチキュラレンズを使用せずに平面画像を表示する場合においては、全観察領域に渡ってほぼ均一な照度分布が得られる。図7に示す2枚のレンチキュラレンズを使用して平面画像を表示する場合は、図8に示すレンチキュラレンズを使用せずに平面画像を表示する場合と比較して、非表示領域が拡大投影された領域、即ち非平面可視域が認められるが、この暗部を除けば、レンズを使用しない場合と同様な結果が得られる。

#### 【0089】

即ち、2枚のレンズを使用する場合においても、前述の非平面可視域を避けねば、右眼及び左眼に相互に等しい照度の光が入射される。これは、図1に示すような実際の切換表示装置1において、左眼用画素及び右眼用画素の双方を独立し

た画素として使用し、高解像度の平面画像を表示した場合においても、観察位置を適当に選択し、例えば、図7に示すA-Aの位置から観察すれば、左眼及び右眼に同じ画像が入力され、観察者が平面画像を良好に認識できることを意味する。

## 【0090】

更に、図7に示すように、立体画像及び平面画像の双方において、表示装置の中央の画素についてのシミュレーション結果と、端の画素についてのシミュレーション結果が、略一致している。このため、表示画面全体で均一な表示が実現できている。なお、図7に示す結果から、このシミュレーションにおいて想定した切換表示装置を組み立てるときに、液晶表示装置に表示装置側のレンチキュラレンズを固定する際には、2枚のレンチキュラレンズを平面画像表示時の状態にし、両眼間隔が65mmの観察者が正面から観察して、液晶表示装置の明るさが最も低下するような位置に合わせると、表示装置側のレンズを精度よく配置できることがわかる。

## 【0091】

以下、本発明の各構成要件における数値限定理由について説明する。

## 【0092】

第1のレンチキュラレンズ部と第2のレンチキュラレンズ部との間の隙間：仮想レンチキュラレンズのレンズ素子の焦点距離の20%以下

2枚のレンズを使用する場合には、第1のレンズの焦点距離より近い位置に画素が位置するため、第1のレンズのある凸部から出射した光は広がりをもって第2のレンズに入射する。このため、レンズ間間隔が増大すると、第2のレンズにおいて、光が出射した第1のレンズの凸部に対向する位置に配置された凸部以外の凸部に入射する光が増大し、特性が悪化する。例えば、図6に示す凸部32cから出射した光の多くが、凸部31b及び31d等に入射するようになる。従って、レンズ間間隔を一定の範囲内に収めが必要である。

## 【0093】

そこで、2枚のレンチキュラレンズを配置する場合のZ軸方向における誤差許容量、即ち、2枚のレンチキュラレンズ間の距離について検討を行うために、レ

ンズの位置をZ軸方向に変化させてシミュレーションを行う。観察者側のレンチキュラレンズの位置をZ軸正方向に5 μm、50 μm、100 μm、500 μmの各距離に設定した場合について、前述のシミュレーションと同様なシミュレーションを行う。この結果を図9に示す。

#### 【0094】

図9は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、このシミュレーションの結果を示すグラフ図であり、図10は、横軸に観察者側のレンチキュラレンズのZ軸における位置をとり、縦軸に、コントラスト比CRをとって、レンチキュラレンズ間の距離が立体画像の表示品質に及ぼす影響を示すグラフ図である。図9に示すシミュレーション結果において、両眼間隔を65 mmに設定し、両眼中心位置をx = 0 mm（即ち、右眼位置がx = -32.5 mm、左眼位置がx = 32.5 mm）におけるコントラスト比を算出した結果が図7に記載の「0 mm」である。また、両眼中心位置がx = 25.5 mm（即ち、右眼位置がx = -7 mm、左眼位置がx = 58 mm）におけるコントラスト比を算出した結果が図7に記載の「25.5 mm」である。

#### 【0095】

表示特性を定量的に評価するための指標としてクロストークを導入する。クロストークはコントラスト比CRによって評価され、値CRの絶対値が大きいほどクロストークは少なく、良好な立体表示を実現することができる。右眼に入射する光の照度をi<sub>R</sub>、左眼に入射する光の照度をi<sub>L</sub>とすると、コントラスト比CRは下記数式19により定義される。なお、文献（磯野春雄“多眼式メガネなし3次元ディスプレイ”、NHK技研R&D、Vol. 2、p. 13-17、1993年）によれば、良好な立体表示を行うために、コントラスト比CRは約-7.8 dB未満、即ち、{(右眼画像の照度) / (左眼画像の照度)} < (1 / 6)であることが必要とされている。

#### 【0096】

## 【数19】

$$CR = 10 \times \log \left( \frac{i_R}{i_L} \right)$$

## 【0097】

図9に示すように、観察者側のレンチキュラレンズの位置が  $z \leq 100 \mu\text{m}$  の範囲では、レンズ間の距離が増大しても表示特性に大きな変化は認められない。しかしながら、観察者側のレンチキュラレンズの位置が  $z = 500 \mu\text{m}$  になると、観察位置が  $-35 \leq x \leq 35 \text{ mm}$  の領域では、 $z \leq 100 \mu\text{m}$  の場合とほぼ同等な結果が得られるものの、それ以外の領域では表示特性が低下する。

## 【0098】

また、図10に示すように、左右の眼の位置を  $x = \pm 32.5 \text{ mm}$  の位置に配置した場合、即ち、両眼中心位置が  $x = 0 \text{ mm}$  である場合には、レンズ位置が  $500 \mu\text{m}$  でも大きな特性の悪化はない。しかし、左右の眼を  $\pm 60 \text{ mm}$  の範囲で動かした場合を考慮すると、両眼中心位置が  $x = 25.5 \text{ mm}$  の場合において評価する必要がある。図10に示すように、両眼中心位置が  $x = 25.5 \text{ mm}$  の場合は、レンズ間隔が増大するに伴い、特性が悪化する様子が認められ、特に、観察者側のレンチキュラレンズの位置が  $z = 500 \mu\text{m}$  になると特性が著しく悪化する。図10より、 $\pm 60 \text{ mm}$  の観察領域の端においても  $CR < -7.8 \text{ dB}$  を実現するためには、レンチキュラレンズ間の間隔を  $320 \mu\text{m}$  以内に設定することが好ましいことがわかる。

## 【0099】

但し、この値は本シミュレーションにおいて設定している表示装置及びレンズの場合の許容値であるため、この許容値を一般的な指標により表現する。一般的に、レンズの光軸方向における長さの基準となる量として、焦点距離がある。本シミュレーションにおいては、レンズ間間隔の許容値は  $320 \mu\text{m}$  であり、レンズの焦点距離  $f$  は、前記数式16よりこのレンズの厚さ  $H$  と等しいため、 $1.57 \text{ mm}$  である。従って、レンズ間間隔の許容値は、焦点距離の  $20\%$  に相当する。即ち、レンズ間間隔は焦点距離の  $20\%$  以内であることが好ましいといえる。

## 【0100】

第1のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸と第2のレンチキュラレンズ部の中央に位置するレンズ素子の光軸との間のずれ量：第1のレンチキュラレンズ部におけるレンズ素子の配列周期の12%以下

2枚のレンチキュラレンズを配置する場合のX軸方向における誤差許容量、即ち、立体表示を行う場合における2枚のレンチキュラレンズの光軸間の距離の許容量について検討を行うために、レンズの位置をX軸方向に変化させてシミュレーションを行う。具体的には、観察者側のレンチキュラレンズの位置を、表示装置側のレンチキュラレンズに対して、X軸方向に $x = 0 \mu\text{m}$ 、 $\pm 30 \mu\text{m}$ 、 $\pm 50 \mu\text{m}$ 、 $\pm 100 \mu\text{m}$ と変化させてシミュレーションを行う。なお、 $x = 0 \mu\text{m}$ とは、レンチキュラレンズの光軸に平行な方向から見て、観察者側のレンチキュラレンズの中心が表示装置側のレンチキュラレンズの中心と一致し、両者の光軸が一致する場合を示している。

## 【0101】

図11は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、このシミュレーションの結果を示すグラフ図であり、図12は、横軸に観察者側のレンチキュラレンズのX軸における位置、即ちずれ量をとり、縦軸にコントラスト比CRをとって、レンチキュラレンズ間の距離が立体画像の表示品質に及ぼす影響を示すグラフ図である。なお、図11及び図12においては、 $x \geq 0$ の範囲のシミュレーション結果のみを示しているが、 $x < 0$ の範囲のシミュレーション結果も、 $x \geq 0$ の場合と同様である。

## 【0102】

図11に示すように、レンズ間の位置のずれが大きくなるに従い、観察領域の中央付近から特性が悪化していることが分かる。これは、レンズのずれ量の増大と共に、表示装置側のレンズの凸部から、この凸部に対向する観察者側のレンズの凸部に隣接する凸部への迷光が増加するためと考えられる。図12に示すように、コントラスト比CR  $< -7.8 \text{ dB}$ を実現するためには、レンチキュラレンズのずれ量を $\pm 60 \mu\text{m}$ 以下にする必要がある。

## 【0103】

但し、Z軸方向の場合と同様に、この値は本シミュレーションにおいて設定した表示装置及びレンズの場合の許容値であるため、この許容値を一般的な指標により表現する。一般的に、レンチキュラレンズの光軸に直交する方向における長さの基準となる量として、レンズピッチがある。本シミュレーションにおいては、レンズ間のずれ量の許容値は±60 μmであり、レンズピッチLは0.4782 mmである。従って、レンズのX軸方向のずれ量の許容値は、レンズピッチの±12%に相当する。即ち、2枚のレンズの光軸の間のずれ量は、レンズピッチの±12%以内に設定することが好ましいといえる。

#### 【0104】

上述の如く、本実施形態の立体画像平面画像切換表示装置においては、2枚のレンチキュラレンズを組み合わせ、一方のレンチキュラレンズを他方のレンチキュラレンズに対して、光軸に直交する方向にレンズピッチの半分の距離だけ移動させることにより、立体画像表示と平面画像表示との切換を行っている。このため、画像表示を切り替えるための大掛かりな切換手段を必要とせず、また、レンズの移動距離が小さいため、切換表示装置の薄型化、小型化及び軽量化並びに低コスト化を図ることができる。また、レンズの移動距離が小さいため、立体画像表示と平面画像表示との切換を速やかに行うことができる。更に、光の通過域に介在するような切換手段を設けていないため、表示品質が低下する事がない。

#### 【0105】

例えば、前述の特開平08-068961号公報及び特開平04-112273号公報に記載されたレンチキュラレンズを形成する物質と同じ屈折率を持つ液状物質を注入及び排出する技術と比較して、ポンプ及びタンク等を設ける必要がないため、装置を小型化及び低コスト化することができ、液状物質を注入及び排出する必要がないため、画像表示の高速切換が可能となり、不完全注入及び不完全排出の問題が発生しないため、高品質表示が可能となる。また、特開平09-197343号公報に記載されたレンチキュラレンズと画像表示装置との間の距離を可変とする技術と比較して、前記距離を可変とするための空間が不要であることから、装置の薄型化が可能となる。また、高価なファイバフェースプレートを設ける必要がないため、低コスト化が可能となる。このように、本実施形態に

よれば、薄型、小型、軽量、高速切換、高品質表示、低成本といった特長を有する立体画像平面画像切換表示装置を得ることができる。

【0106】

このため、本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置は、携帯電話等の携帯機器に好適に適用することができ、良好な立体画像及び平面画像の双方を表示することができる。本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を携帯機器に適用すれば、大型の表示装置に適用する場合と異なり、観察者が自分の両眼と表示画面との位置関係を任意に調節できるため、最適な可視域を速やかに見出すことができる。

【0107】

なお、本実施形態に係る切換表示装置においては、光源としてバックライトを設ける方法を示したが、バックライトの替わりにフロントライトを設けてもよい。この場合、液晶表示装置に入射する光線の関係より、表示装置側のレンチキュラレンズの端部に光源を設け、この光源から表示装置側のレンチキュラレンズに光を入射させることが好ましい。このとき、表示装置側のレンチキュラレンズの凹凸が、入射された光を液晶表示装置に向けて散乱させる溝の役割を果たすため、特別にフロントライト用の溝を形成する必要がない。

【0108】

また、本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置は携帯電話のみならず、携帯端末、PDA、ゲーム機、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ等の携帯端末装置に適用することができる。さらに、前記表示装置には、液晶表示装置の他に、有機エレクトロルミネッセンス表示装置、プラズマ表示装置、CRT表示装置、LED表示装置、フィールドエミッショ n表示装置、PALC等を使用してもよい。液晶表示装置を使用する場合においても、一般的な透過型液晶表示装置のみならず、反射型液晶表示装置、半透過型液晶表示装置、微透過型液晶表示装置等を使用することができる。更に、印刷物のような静止画像に対して適用することも可能である。

【0109】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図13は本実施形態における

る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、平面画像表示状態を示す。また、図14は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとて、図13に示す装置についてのシミュレーション結果を示すグラフ図である。本実施形態は、前述の第1の実施形態と比較して、平面画像表示時のレンチキュラレンズの凸部の位置を、立体画像表示時と比較して、表示装置の画素に対して1/4レンズピッチずらして配置することを特徴とする。

#### 【0110】

図7に示すように、前述の第1の実施の形態においては、平面画像表示時に画素の非表示領域も拡大されるため、平面可視域内に平面画像を認識できない非平面可視域が発生する。この非平面可視域が立体可視域と重なるため、平面可視域と立体可視域とが相互にずれてしまう。このため、立体画像表示と平面画像表示とを切り替える際には、視点を移動させて観察しなければならず不便である。

#### 【0111】

この問題を解決するためには、非平面可視域を立体可視域と一致させなければよく、そのためには2通りの解決法が考えられる。第1の解決法は平面画像表示時のレンズ位置を表示装置に対して1/4レンズピッチずらして配置する方法であり、第2の解決法は立体可視域を大きく設定する方法である。本第2実施形態においては、第1の解決法を説明する。

#### 【0112】

前述の第1の実施形態において、2枚のレンチキュラレンズを半レンズピッチずらして配置して得られた等価的な仮想レンズ曲面は、元のレンチキュラレンズピッチの半分のピッチを有し、その光軸は画素の中心と一致している。このために、画素が観察位置の中心を中心として拡大投影される結果となっている。そこで、本実施形態においては、図13に示すように、2枚のレンチキュラレンズの位置と画素の位置とを、方向11に沿って1/4レンズピッチずらす。これにより、前述の等価な仮想レンズ曲面の光軸が各画素の中心に対して、1/4レンズピッチだけずれる。このため、拡大された像の中心も、拡大像の1/4ピッチだけずれることになる。この結果、平面可視域と立体可視域を一致させることが可能となる。

## 【0113】

図13に示すように、本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置においては、液晶表示装置2並びにレンチキュラレンズ31及び32は前述の第1の実施形態と同じものを使用するが、表示装置側のレンチキュラレンズ32は液晶表示装置に貼合せずに、液晶表示装置から例えば約20μmの間隔をあけて設置されている。また、表示装置側のレンチキュラレンズ31にも、このレンチキュラレンズ31をレンズが連なる方向11に移動させるためのアクチュエータ6が取り付けられている。本実施形態の切換表示装置における上記以外の構成は、前述の第1の実施形態と同様である。

## 【0114】

次に、本実施形態に係る切換表示装置の動作について説明する。立体画像を表示する際には、表示画面中央において、画素対の中心に2枚のレンチキュラレンズの光軸が一致するようにアクチュエータを作動させる。また、平面画像を表示する際には、表示装置側のレンチキュラレンズ32の光軸を、アクチュエータを作動させて方向11に沿って1/4レンズピッチ移動させると共に、観察者側のレンチキュラレンズ31の光軸を、アクチュエータを作動させてレンチキュラレンズ32の移動方向とは反対の方向に1/4レンズピッチ移動させる。これにより、レンチキュラレンズ31の光軸とレンチキュラレンズ32の光軸とが1/2レンズピッチずれると共に、この2枚のレンズと等価な1枚のレンズの光軸が、画素の中心に対して1/4レンズピッチずれる。なお、この2枚のレンズの移動方向は、相互に反対であればどちらに移動しても同様の結果を得ることができる。本実施形態の切換表示装置における上記以外の動作は、前述の第1の実施形態と同様である。これにより、立体表示時の立体可視域と平面表示時の平面可視域を一致させることができ、良好な立体画像表示及び平面画像表示を実現することができる。

## 【0115】

図13に示す光学系について計算機シミュレーションを行った結果を図14に示す。このシミュレーションにおける前記以外の条件は、前述の第1の実施形態におけるシミュレーション条件と同じである。図14に示すように、本実施形態

においては、立体可視域と平面可視域が一致した結果となっている。

【0116】

このように、本実施形態においては、立体可視域と平面可視域とを一致させることができる。この結果、立体画像表示と平面画像表示とを切り替える際に、視点を移動させる必要がない。本実施形態の切換表示装置における上記以外の効果は、前述の第1の実施形態と同様である。

【0117】

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図15は本実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、立体画像表示状態を示す。図15に示すように、本実施形態に係る切換表示装置は、前述の第2の実施形態に係る切換表示装置と比較して、アクチュエータ6が液晶表示装置2及び表示装置側のレンチキュラレンズ32に取り付けられている点が異なっている。本実施形態における上記以外の構成は、前述の第2の実施形態と同様である。

【0118】

これにより、本実施形態の切換表示装置は、前述の第2の実施形態の切換表示装置のように2枚のレンチキュラレンズ31及び32を移動させのではなく、液晶表示装置2及び表示装置側のレンチキュラレンズ32を移動させて、立体画像表示と平面画像表示との切換を行う。即ち、立体画像を表示する際には、表示画面中央の画素間に2枚のレンチキュラレンズの光軸が一致するように、レンチキュラレンズ32に取り付けたアクチュエータ6及び液晶表示装置2に取り付けたアクチュエータ6を作動させる。また、平面画像を表示する際には、レンチキュラレンズ32に取り付けたアクチュエータ6を作動させることにより、レンチキュラレンズ32の光軸をレンズ素子が連なる方向11に1/2レンズピッチ移動させると共に、液晶表示装置2に取り付けたアクチュエータを作動させて、液晶表示装置2の位置を、レンチキュラレンズ32の移動方向とは反対方向に1/4レンズピッチ移動させる。これにより、レンチキュラレンズ31及び32並びに液晶表示装置2の相対的な位置関係が、前述の第2の実施形態における平面画像表示時と同じになる。本実施形態における上記以外の動作は、前述の第2の実施形態と同様である。

## 【0119】

装置の最表面を可動とする場合には、塵等の影響により動作不良が発生する可能性が高い。そこで、観察者側レンチキュラレンズの更に観察者側に保護板を設ける必要が発生するが、この保護板の厚さにより装置全体の厚さが増大してしまうという問題がある。そこで、本実施形態においては、観察者側のレンチキュラレンズを固定し、表示装置側のレンチキュラレンズ及び表示装置にアクチュエータを取り付けて可動とする。これにより、観察者側のレンチキュラレンズに保護板の機能を持たせることができるとなるため、装置全体の薄型化が可能になる。また、保護板の機能だけでなく、タッチパネル又はフロントライトの機能を持たせることも可能である。特に、フロントライトの機能を持たせる場合には、観察者側のレンチキュラレンズの観察者側の平面に、光を液晶表示装置側に散乱させるための溝を設けてもよく、又は、レンチキュラレンズの凹凸によって光を液晶表示装置側に散乱させるようにして、溝の形成を省略してもよい。

## 【0120】

このように、本実施形態においては、立体表示時の立体可視域と平面表示時の平面可視域とを一致させることができ、且つ、薄型で信頼性が高い立体画像平面画像切換表示装置を実現することができる。本実施形態における上記以外の効果は、前述の第2の実施形態と同様である。

## 【0121】

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。図16は本実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、立体画像表示状態を示す。本実施形態においては、前述の第2の実施形態において示した立体可視域と平面可視域とを一致させる第2の解決法、即ち、立体可視域を大きく設定する方法について説明する。図16に示すように、本実施形態に係る切換表示装置は、前述の第1の実施形態に係る切換表示装置と比較して、レンチキュラレンズ31及び32の焦点距離をより短くしている、本実施形態における上記以外の構成は、前述の第1の実施形態と同様である。

## 【0122】

本実施形態においては、前述の第1の実施形態と比較して、立体可視域をより

拡大している。なお、立体可視域を拡大すると、不可避的に平面可視域も拡大される。このとき、観察者の両眼の位置において、立体可視域及び平面可視域が重なるように設計する。以下、この設計方法について説明する。前述の図7において、左眼が例えば  $x = 32.5 \text{ mm}$  の位置にあり、右眼が例えば  $x = -32.5 \text{ mm}$  の位置にある場合を想定する。この場合、両眼は平面表示における非表示領域が拡大投影された非平面可視領域に位置しており、観察者は平面画像を認識することができない。しかしながら、立体画像及び平面画像を  $x = 0$  の位置を中心として  $\pm X$  方向に拡大していくと、図7において  $-20 \leq x \leq 20 \text{ mm}$  の位置にある平面可視域が  $\pm x$  方向に拡大され、この平面可視域の端が両眼の位置 ( $x = \pm 32.5 \text{ mm}$ ) に到達し、観察者が平面画像を認識できるようになる。但し、更に画像を拡大すると、初期状態において  $-50 \leq x \leq -10$  の位置にある立体可視域が  $-x$  方向に移動して右眼の位置 ( $x = -32.5 \text{ mm}$ ) から外れてしまい、観察者が立体画像を認識することができなくなる。

#### 【0123】

図17 (a) 及び (b) は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、立体可視域及び平面可視域の許容幅を示す模式的グラフ図である。相互に隣接する2つの画素における非表示部の幅を合計で  $W_{BM}$  とし、両眼間隔を  $W_{eye}$  とすると、図17 (a) に示す立体可視域の許容幅  $W_{3D}$  は、眼の位置から非平面可視域までの距離となり、下記数式20により表される。また、平面可視域の許容幅  $W_{2D}$  は、眼から非平面可視域までの距離となり、下記数式21で表される。

#### 【0124】

#### 【数20】

$$W_{3D} = \frac{W_{eye}}{2} - \frac{e \times W_{BM}}{2 \times P}$$

#### 【0125】

## 【数21】

$$W_{2D} = \frac{e}{2} - \frac{W_{eye}}{2} - \frac{e \times W_{BM}}{2 \times P}$$

## 【0126】

上述のW<sub>3D</sub>とW<sub>2D</sub>とが相互に一致する場合が、立体表示及び平面表示が共に最も広い範囲で認識可能となる場合である。このとき、下記数式22が成立する。これは、立体可視域を両眼間隔の2倍に設定することに他ならない。

## 【0127】

## 【数22】

$$e = 2 \times W_{eye}$$

## 【0128】

上述の設計に基づき、本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置のサイズの一例を示す。例えば、レンチキュラレンズの曲率半径は0.747mmとし、レンズピッチは0.4791mmとする。また、表示装置側のレンズ板の厚さを0.3mmとする。この切換表示装置における他の部分のサイズは、前述の第1の実施形態において例示したサイズと同じである。この立体画像平面画像切換表示装置を前述の第1の実施形態と同様に作動させ、レンチキュラレンズから400mm離れた位置から観察すると、立体表示時と平面表示時とにおいて視点を変えることなく観察することができる。また両者の可視域をその中心から±18mm確保することができ、幅広い範囲で観察可能な立体画像平面画像切換表示装置を実現することができる。

## 【0129】

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。図18(a)及び(b)は本実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、(a)は平面画像表示状態を示し、(b)は立体画像表示状態を示す。また、図19は、横軸にレンズにおける光軸に直交する方向の位置をとり、縦軸にこの位置におけるレンズの高さをとって、レンズ形状を示すグラフ図である。更に、図20は、ある画素の一端部から出射した光の経路を示す図であり、図21はこの画素の

他端部から出射した光の経路を示す図であり、図22はこの画素の中央部から出射した光の経路を示す図である。更にまた、図23は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとて、図18(a)及び(b)に示す装置についてのシミュレーション結果を示すグラフ図である。

#### 【0130】

図18(a)及び(b)に示すように、本実施形態に係る切換表示装置は、2枚のレンチキュラレンズのうち、1枚を凹型のレンチキュラレンズとすることを特徴とする。本実施形態に係る切換表示装置においては、液晶表示装置2側に凸型のレンチキュラレンズ32が設けられており、このレンチキュラレンズ32よりも観察者側に凹型のレンチキュラレンズ33が設けられている。またこの凹型のレンチキュラレンズ33にはアクチュエータが取り付けられており、レンチキュラレンズ33はそのレンズ素子としての凹部が連なる方向に移動可能に設けられている。凸型のレンチキュラレンズ32の焦点距離の絶対値は、凹型のレンチキュラレンズ33の焦点距離の絶対値と略等しい。本実施形態における上記以外の構成は、前述の第1の実施形態と同様である。

#### 【0131】

次に、本実施形態に係る切換表示装置の動作について説明する。図18(a)に示すように、平面画像表示を行う場合には、凸型レンチキュラレンズ32の光軸が凹型レンチキュラレンズ33の光軸に一致するように、レンチキュラレンズ32及び33を配置する。これにより、2枚のレンチキュラレンズはレンズの機能がほぼ打ち消しあうため、平面表示を実現することができる。また、図18(b)に示すように、立体表示を行う場合には、凸型レンチキュラレンズ32の光軸が凹型レンチキュラレンズ33の光軸に対して半レンズピッチずれるように、レンチキュラレンズ32及び33を配置する。これにより、平面表示の場合のようにレンズの効果が打ち消しあうことなく、良好な立体表示を実現することが可能となる。

#### 【0132】

次に、本実施形態におけるレンチキュラレンズの設計方法について詳細に説明する。良好な平面表示を実現するためのレンズに対する制約は単純であり、凹レ

ンズの焦点距離と凸レンズの焦点距離との絶対値が概一致することである。そこで、良好な立体表示を実現するための条件について検討する。

#### 【0133】

図19に示すように、凹型レンチキュラレンズと凸型レンチキュラレンズを半レンズピッチずらして配置する場合、この2枚のレンズと等価な1枚の仮想的なレンズを想定すると、この1枚の仮想的なレンズ（以下、合成レンズという）の形状はほぼ直線状となる。このため、立体表示時には、この合成レンズは多数のプリズムをレンズピッチで配置したプリズム板と同等の機能を有することになる。従って、このプリズムの傾斜角の設計を行えば良いことになる。プリズムの場合、画素のある点からの光はレンズのような集光作用を施されずに観察面に投影されるため、ある幅を持った光束の集合体となり、投影像の照度分布は山型の形状になることが想定される。立体表示の効果を最も大きくするためには、この山型の頂上の位置を眼の位置に配置すれば良い。これは、画素の中央から発した光がプリズム効果によって分散され、この分散された光が  $x = \pm (e/2)$  の位置を中心にして、幅  $e$  に渡って分配される場合に他ならない。

#### 【0134】

このとき、図20に示すように、右眼用画素42におけるこの画素42と対をなす左眼用画素（図示せず）から遠い側の端（図示の右端）から発した光は、前記右眼用画素と左眼用画素の境界を  $x = 0$  とする場合に、合成レンズであるプリズム板34により、観察面における  $-3 \times e/2 \leq x \leq -e/2$  の領域に投影される。また、図21に示すように、右眼用画素42におけるこの画素42と対をなす左眼用画素に近い側の端（図示の左端）から発した光は、プリズム板34により、観察面における  $-e/2 \leq x \leq e/2$  の領域に投影される。そして、図22に示すように、右眼用画素42の中央から発した光は、プリズム板34により、観察面における  $-e \leq x \leq 0$  の領域に投影される。プリズムの傾斜角を  $\theta$  とすると、スネルの法則により、下記数式23が成立する。

#### 【0135】

【数23】

$$n \times \sin\left(\theta - \frac{\alpha}{2}\right) = \sin\theta$$

【0136】

この傾斜角  $\theta$  は、前述の第1の実施形態における値を用いると、 $\theta = 13.1^\circ$  となる。次に、この傾斜角  $\theta$  を、凹レンズと凸レンズの光軸を半レンズピッチずらした状態で実現する手段について説明する。図19に示すように、曲率半径  $R$  のレンズを半レンズピッチずらして重ねた場合に、光軸を含む断面において、凸レンズ面  $f(x)$  は下記数式24により与えられ、凹レンズ面  $g(x)$  は下記数式25により与えられる。このため、合成レンズのレンズ面  $h(x)$  は下記数式26により与えられる。

【0137】

【数24】

$$f(x) = -\sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} + \sqrt{R^2 - x^2}$$

【0138】

【数25】

$$g(x) = \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} - \sqrt{R^2 - \left(x - \frac{L}{2}\right)^2}$$

【0139】

【数26】

$$h(x) = f(x) + g(x) = \sqrt{R^2 - x^2} - \sqrt{R^2 - \left(x - \frac{L}{2}\right)^2}$$

【0140】

上記数式26より、下記数式27及び28が成立する。その結果、傾斜角  $\theta$  は

下記数式29により表現される。この数式29を曲率半径Rについて解くと、下記数式30が得られる。

【0141】

【数27】

$$h(0) = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

【0142】

【数28】

$$h\left(\frac{L}{2}\right) = -R + \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

【0143】

【数29】

$$\tan \theta = \frac{4 \times \left( R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} \right)}{L}$$

【0144】

【数30】

$$R = \frac{L \times \left\{ 1 + \left( \frac{\tan \theta}{2} \right)^2 \right\}}{2 \tan \theta}$$

【0145】

この数式30に、例えば上述の傾斜角  $\theta = 13.1^\circ$ 、レンズピッチ  $L = 0.4782 \text{ mm}$  の値を代入すると、曲率半径  $R = 1.03 \text{ mm}$  となる。これは、1枚のレンチキュラレンズを使用する場合の曲率半径  $r = 0.5161 \text{ mm}$  の約2倍に相当する。

## 【0146】

この設計の妥当性について検討するために、計算機シミュレーションを行う。このシミュレーションに使用する光学モデルは、前述の第1の実施形態におけるシミュレーションに使用した光学モデルと比較して、観察者側のレンチキュラレンズとして凹型のレンチキュラレンズを使用する点と、2枚のレンチキュラレンズを、夫々の光軸が一致するように配置する場合を平面表示、半レンズピッチずらして配置する場合を立体表示とする点が異なる。本シミュレーションにおける上記以外の条件は前述の第1の実施形態におけるシミュレーションの条件と同じである。このシミュレーションの結果を図23に示す。

## 【0147】

図23に示すように、本シミュレーションの結果、平面表示及び立体表示の双方において、表示画面の中央の表示特性と端の表示特性は略一致した結果となっている。従って、この切換表示装置において、表示画面全体で均一な表示が実現可能である。平面表示の場合には、前述の第1の実施形態において認められた非表示領域の拡大領域（図7参照）は認められず、レンズを使用しない場合と同様な均一な照度分布が得られる。また、立体表示の場合には、設計通りの良好な表示が得られる。

## 【0148】

このように、本実施形態においては、2枚の凸型のレンチキュラレンズを使用する場合と比較して、画素の非表示領域が拡大投影されない良好な平面画像表示を実現できる。また立体画像表示も可能である。この結果、立体画像平面画像切換表示装置を実現することができる。

## 【0149】

なお、本実施形態においては、前述の第1の実施形態と同様に、観察者側のレンズ、即ち凹型レンチキュラレンズ33を可動としているが、前述の第2及び第3の実施形態と同様に、液晶表示装置及び表示装置側のレンズ、即ち、凸型レンチキュラレンズ32を可動としてもよい。このとき、立体表示時における右眼用画素、左眼用画素及び凸型レンチキュラレンズの凸部の相対的な配置が重要であり、光軸方向から見て、右眼用画素と左眼用画素との境界部分と、凸部の中心が

一致する必要がある。この原則を守る限り、凸型レンチキュラレンズ及び凹型レンチキュラレンズのいずれを表示装置側に配置してもよく、また、どちらのレンズを可動としてもよい。なお、凸型レンチキュラレンズを表示装置側に配置する場合は、表示装置に立体画像を表示し、この立体画像が品質よく観察されるようには凸型レンチキュラレンズを配置すると、精度よく配置することができる。

#### 【0150】

次に、本第5の実施形態の変形例について説明する。図24（a）及び（b）は本変形例に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、（a）は平面画像表示状態を示し、（b）は立体画像表示状態を示す。本変形例は、前述の第5の実施形態に示す技術を、多眼式の切換表示装置に適用した例である。多眼式とは、右眼用画素及び左眼用画素の他に、1種類以上の画素を準備しておく方式であり、レンチキュラレンズの1つのレンズ素子に対して、3つ以上の画素が対応することになる。

#### 【0151】

図24（a）及び（b）に示すように、液晶表示装置2の液晶層24には、例えば4種類の画素401乃至404が方向11に沿ってこの順に繰返し配列されている。そして、各1個の画素401乃至404からなる画素群に対して、レンチキュラレンズ32の1つの凸部32a及びレンチキュラレンズ33の1つの凹部33aが対応するようになっている。本変形例におけるこれ以外の構成は、前述の第5の実施形態と同様である。

#### 【0152】

次に、本変形例に係る切換表示装置の動作について説明する。図24（a）に示すように、平面画像を表示する際には、凸型レンチキュラレンズ32の光軸を凹型レンチキュラレンズ33の光軸に一致させる。そして、画素401乃至404を夫々独立した画素として同一の平面画像を表示する。このとき、凸型レンチキュラレンズ32及び凹型レンチキュラレンズ33のレンズ効果は相殺されるため、画素401乃至404から出射した光は同一方向に出射する。

#### 【0153】

これに対して、立体画像を表示する際には、図24（b）に示すように、凸型

レンチキュラレンズ32の光軸を凹型レンチキュラレンズ33の光軸から半レンズピッチずらす。これにより、前述の第5の実施形態と同様に、レンチキュラレンズ32及び33がプリズムとて機能する。そして、画素401乃至404が夫々相互に異なる4種類の画素を表示する。このとき、凸型レンチキュラレンズ32及び凹型レンチキュラレンズ33はプリズム効果を生じ、画素401から出射した光を第1の方向に出射し、画素402から出射した光を第2の方向に出射し、画素403から出射した光を第3の方向に出射し、画素404から出射した光を第4の方向に出射する。これにより、観察者が視点を変えることにより、4種類の画像を認識することができる。この結果、例えば、ある被写体の画像を表示する際に、切換表示装置を正面から観察すると、この被写体を正面から見た画像が認識され、切換表示装置を斜め方向から観察すると、この被写体を斜め方向から見た画像が認識されるような表示を行うことができる。これにより、より高度な立体感を実現することが可能となる。本変形例における上記以外の動作及び効果は、前述の第5の実施形態と同様である。なお、画素の種類は4種類に限定されず、3種類又は5種類以上であってもよい。

#### 【0154】

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。図25(a)及び(b)は本実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、(a)は平面画像表示状態を示し、(b)は立体画像表示状態を示す。また、図26は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、図25(a)及び(b)に示す装置についてのシミュレーション結果を示すグラフ図である。

#### 【0155】

図25(a)及び(b)に示すように、本実施形態は、前述の第1の実施形態と比較して、2枚のレンチキュラレンズの替わりに、一方向に延びるプリズム状の光学素子が複数列相互に平行に配列された板状部材（以下、プリズム板35という）を2枚使用することを特徴としている。この2枚のプリズム板35の形状は相互に等しくなっている。そして、この2枚のプリズム板35のうち、表示装置側に配置されたプリズム板35は液晶表示装置2に固定されており、観察者側

に配置されたプリズム板35にはアクチュエータ（図示せず）が取り付けられており、プリズム状光学素子の配列方向11に移動可能となっている。なお、各プリズム板35の傾斜角は、前述の第5の実施形態における仮想的なプリズムの傾斜角（ $\theta = 13.1^\circ$ ）の半分の値（ $\theta = 6.5^\circ$ ）とする。本実施形態における上記以外の構成は、前述の第1の実施形態と同様である。

#### 【0156】

次に、本実施形態に係る切換表示装置の動作について説明する。図25（a）に示すように、この切換表示装置において平面画像表示を行う場合は、表示装置側のプリズム板35の頂点を観察者側のプリズム板35の谷に合わせるように、2枚のプリズム板35を配置する。これにより、2枚のプリズム板35はプリズムの機能が相互に打ち消しあうため、平面表示を実現することができる。

#### 【0157】

また、図25（b）に示すように、立体画像表示を行う場合は、プリズム板35の頂点同士を一致させるように、2枚のプリズム板35を配置する。これにより、平面表示の場合のようにプリズムの効果が打ち消しあうことなく、2枚のプリズム板が、傾斜角 $\theta$ が13.1°である1枚の仮想的なプリズム板として機能するため、前述の第5の実施形態と同様に、良好な立体表示を実現することができる。

#### 【0158】

上述の光学モデルを使用して、計算機シミュレーションを行い、その結果を図26に示す。このシミュレーションにおける上記以外の条件は、前述の第1の実施形態におけるシミュレーションの条件と同じである。図26に示すように、本シミュレーションの結果、前述の第5の実施形態におけるシミュレーション結果（図23参照）と同様に、平面表示及び立体表示の双方において良好な結果が得られる。

#### 【0159】

プリズム板は、レンチキュラレンズと比較して形状が単純であるため、より低成本に作製することができる。このため、本実施形態においては、立体画像平面画像切換表示装置の低成本化が可能となる。本実施形態における上記以外の

効果は、前述の第5の実施形態と同様である。

#### 【0160】

次に、本発明の第7の実施形態について説明する。図27(a)及び(b)は本実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、(a)は立体画像表示状態を示し、(b)は平面画像表示状態を示す。また、図28(a)及び(b)はこの立体画像平面画像切換表示装置を示す上面図であり、(a)は立体画像表示状態を示し、(b)は平面画像表示状態を示す。

#### 【0161】

図27(a)及び(b)並びに図28(a)及び(b)に示すように、本実施形態に係る切換表示装置は、前述の第1の実施形態と比較して、2枚のレンチキュラレンズの替わりに、2枚の凸型のフライアイレンズ38及び39が設けられている。なお、フライアイレンズとは、通常のレンズがマトリクス状に配列されたレンズである。そして、この2枚のフライアイレンズの焦点を含む平面上に、液晶表示装置2が設けられており、この液晶表示装置2においては、相互に異なる画像を表示する4種類の画素44乃至47が設けられている。各1個の画素44乃至47が(2行×2列)に配列されて1組の画素群を構成し、各画素群がフライアイレンズの各レンズ素子に対応するようになっている。これにより、インテグラルフォトグラフィの手法が実現されている。また、観察者側のフライアイレンズ38には2組のアクチュエータ(図示せず)が取り付けられており、フライアイレンズ38は表示装置側のフライアイレンズ39に対して、レンズの光軸に直交する任意の方向に移動可能となっている。

#### 【0162】

次に、本実施形態に係る切換表示装置の動作について説明する。図27(a)及び図28(a)に示すように、立体画像を表示する場合においては、フライアイレンズ38の各レンズ素子の光軸が、フライアイレンズ39の各レンズ素子の光軸と一致するように、フライアイレンズ38を配置する。これにより、2枚のフライアイレンズ38及び39が仮想的な1枚のフライアイレンズとして機能する。この結果、フライアイレンズ38及び39が、画素44乃至47から出射した光を、夫々第1及び第4の方向に出射する。

## 【0163】

また、図27（b）及び図28（b）に示すように、平面画像を表示する際には、フライアイレンズ38をフライアイレンズ39に対して、画面の左右方向、上下方向、又は左右方向及び上下方向の双方に1/2レンズピッチ移動させて、フライアイレンズ38の光軸が、フライアイレンズ39の光軸に対して1/2ピッチずれるようにする。これにより、前述の第1の実施形態と同様な原理により、平面画像を表示することができる。

## 【0164】

前述の第1の実施形態のように、2枚のレンチキュラレンズを設け、そのうち1枚のレンチキュラレンズをこのレンチキュラレンズの凸部が連なる方向に移動させる場合は、複数種類の画素が表示する複数の画像を、1方向のみに分配することが可能である。このため、2種類の画像を左右方向に振り分けて左右の眼に異なる画像が入力されるようすれば、立体表示を実現することが可能であり、また、複数種類の画像を左右方向に振り分けて、視点を左右方向にずらすことにより異なる画像が認識されるようすれば、より高度な立体感を得ることが可能である。しかしながら、第1の実施形態に示す構成では、レンチキュラレンズの凸部の配列方向以外の方向については、画像を振り分けることができない。

## 【0165】

これに対して、本実施形態においては、2枚のフライアイレンズを設け、このフライアイレンズにおけるレンズ素子の配列方向に沿って複数種類の画素を配列しているため、複数の画像を2以上の方向に分配することが可能である。レンズを横方向に移動させるアクチュエータだけでなく、縦方向に移動させるアクチュエータを設けることにより、左右方向、上下方向の立体感を選択可能になる。即ち、例えば、左右方向の他に上下方向にも画像を振り分けるようすれば、切換表示装置の画面に対して通常と直交する方向に画像を表示する場合においても、立体表示が可能となる。即ち、画面配置の縦横を変更して観察した場合でも、夫々の画面配置に最適な立体表示と平面表示を選択することが可能となる。例えば、本実施形態の切換表示装置をカメラ付きの携帯電話に搭載する場合、通常の電話として使用する場合には画面を縦配置として立体画像及び平面画像を表示し、

カメラとして使う場合には、立体用CCDの配置の関係から画面を横配置として立体画像及び平面画像を表示することが考えられる。また、例えば、画面を斜め上方から観察したときに、被写体を斜め上方から見た画像が認識されるようすれば、観察者は上下方向の立体感を得ることができる。更に、画素を任意の斜め方向に配列し、フライアイレンズ38をこの任意の斜め方向に移動可能とすれば、全ての方向において、立体画像と平面画像の表示切換が可能になる。この結果、左右方向のみならず上下方向及び斜め方向から見た場合でも立体感を得ることができる。

#### 【0166】

なお、本実施形態のように、インテグラルフォトグラフィを利用する切換表示装置においては、時分割表示方式（フィールドシーケンシャル表示方式）を適用することが好ましい。時分割表示方式とは、カラーフィルタを使用せずに、バックライトをRGBの3色に点滅させて、時間的な足し合わせで色を表現する方法である。時分割表示方式が好ましい理由として、インテグラルフォトグラフィでは、フライアイレンズにより画素が左右方向だけでなく上下方向にも拡大投影されるため、通常のカラーフィルタを使用した平面分割型のカラー表示装置では、カラーフィルタにおけるストライプが延びる方向と平行なレンズ成分により、拡大画像の色要素が乱れて色モアレが発生し、視認性が悪化することが挙げられる。これに対して、時分割表示方式では、1画素でフルカラーを表示することができるため、このような問題は発生しない。また、時分割表示方式では、少なくとも通常の3倍の駆動周波数が必要となるが、画素数を1/3倍に低減でき、カラーフィルタが不要になるためカラーフィルタにおける光の吸収がなく、省電力化を図ることができるという利点がある。このため、時分割表示方式は、前述の1乃至6の実施形態及び後述する8乃至12の実施形態に適用してもよい。

#### 【0167】

次に、本発明の第8の実施形態について説明する。図29は本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、立体画像表示状態を示す。また、図30はこの切換表示装置の光学モデルを示す図である。図29に示すように、本実施形態の切換表示装置は、2枚のレンチキュラレンズのうち1枚のレ

ンチキュラレンズ12を液晶表示装置2のガラス基板25と一体的に成形する。なお、液晶表示装置2のガラス基板25上にレンチキュラレンズを設ける手段には、2P成型法等を用いることができる。即ち、成形しようとするレンズ形状の反転パターンを形成した型を用意し、この型に剥離剤及び光硬化型樹脂を塗布した上で、表示装置に密着する。その後、樹脂を硬化させて剥離して、表示装置上にレンチキュラレンズの形状を転写する。

#### 【0168】

但し、レンチキュラレンズをこのように作製する場合には、レンズの位置が表示装置の基板厚により制限される。そこで、図29に示すように、観察者側のレンチキュラレンズを、そのレンズ面を観察者側に向けて配置してもよい。図30に示す光学モデルにおける表示画面中央部において、スネルの法則と幾何学的関係より、下記数式31乃至36が成立する。

#### 【0169】

但し、画素41及び42から表示装置側のレンチキュラレンズ32のレンズ面までの距離を $H_1$ とし、画素41及び42から観察者側のレンチキュラレンズ31のレンズ面までの距離を $H_2$ とし、2枚のレンチキュラレンズを1枚の仮想的なレンチキュラレンズとみなしたときに、画素41及び42からこの仮想レンズのレンズ面までの距離を $H$ とし、この仮想レンズのレンズ面と観察者との間の距離を $D$ とし、レンズの屈折率を $n$ とし、表示装置側のレンチキュラレンズ32のレンズピッチを $L_1$ とし、観察者側のレンチキュラレンズ31のレンズピッチを $L_2$ とし、画素41及び42の幅を $\Delta P$ とし、画素42における画素41から遠い側の端から発した光線がレンチキュラレンズ32を通過する位置とこのレンズ32の中心との間の距離を $\Delta P$ とし、左眼及び右眼の各立体可視域の幅を $e$ とし、画素42における画素41から遠い側の端から発した光線がレンチキュラレンズ31を通過する位置とこのレンズ31の中心との間の距離を $\Delta e$ とする。

#### 【0170】

また、レンチキュラレンズ31の中央に位置する凸部の中心から、レンズ31の端に位置する凸部の中心までの距離を $W_{L1}$ とし、レンチキュラレンズ32の中央に位置する凸部の中心から、レンズ32の端に位置する凸部の中心までの距

離を $W_{L2}$ とし、液晶表示装置2の中心に位置する左眼用画素41と右眼用画素41の対の中心位置と、液晶表示装置2の端に位置する画素ペアの中心位置との距離を $W_P$ とし、レンチキュラレンズ32の中央に位置する凸部における光の入射角及び出射角を夫々 $\alpha$ 及び $\beta$ とし、レンチキュラレンズ31の中央に位置する凸部における光の入射角及び出射角を夫々 $\beta$ 及び $\gamma$ とし、レンチキュラレンズ32の端に位置する凸部における光の入射角及び出射角を夫々 $\delta$ 及び $\varepsilon$ とし、レンチキュラレンズ31の端に位置する凸部における光の入射角及び出射角を夫々 $\varepsilon$ 及び $\Phi$ とし、距離 $W_P$ と距離 $W_{L1}$ との差を $C_1$ とし、距離 $W_P$ と距離 $W_{L2}$ との差を $C_2$ とし、距離 $W_P$ の領域に含まれる画素数を2m個とする。

【0171】

【数31】

$$n \times \sin \alpha = \sin \beta$$

【0172】

【数32】

$$n \times \sin \beta = \sin \gamma$$

【0173】

【数33】

$$(H_2 - H) \times \tan \beta = \Delta e$$

【0174】

【数34】

$$(D - H_2 + H) \times \tan \gamma = e - \Delta e$$

【0175】

【数35】

$$H_1 \times \tan \alpha = \Delta P$$

【0176】

【数36】

$$(H - H_1) \times \tan \beta = P - \Delta P$$

【0177】

また、表示画面端部において、同様に、下記数式37乃至41が成立する。

【0178】

【数37】

$$n \times \sin \delta = \sin \varepsilon$$

【0179】

【数38】

$$n \times \sin \varepsilon = \sin \phi$$

【0180】

【数39】

$$H_1 \times \tan \delta = 2 \times m \times P - m \times L_1$$

【0181】

【数40】

$$(D - H_2 + H_1) \times \tan \phi = m \times L_2$$

【0182】

【数41】

$$(H_2 - H_1) \times \tan \varepsilon = m \times L_1 - m \times L_2$$

【0183】

更に、下記数式42を仮定する。

【0184】

## 【数42】

$$H_2 - H_1 = H$$

## 【0185】

そして、画素41及び42からこの仮想レンズのレンズ面までの距離Hの値として、前述の第1の実施形態における値H=1.57mmを使用し、画素ピッチP=0.24mm、屈折率n=1.49、距離D=280mm、立体可視域の幅e=65mm、m=60として、前記数式31乃至42を解く。この結果、表示装置側のレンズ31と画素との間の距離H<sub>1</sub>=0.707mm、表示装置側のレンズ31のレンズピッチL<sub>1</sub>=0.4795mm、観察者側のレンズと画素との距離H<sub>2</sub>=2.51mm、観察者側のレンズ32のレンズピッチL<sub>2</sub>=0.4774mmが得られる。切換表示装置をこのように設計することにより、2枚のレンチキュラレンズの間に距離がある場合でも、表示性能を悪化することなく配置することが可能になる。

## 【0186】

上述の如く、本実施形態によれば、表示装置側のレンズを液晶表示装置2のガラス基板25と一体化して設けることにより、観察者側のレンチキュラレンズ31の厚さを増大させることができが可能となるため、レンズの反り及び歪みの影響を低減することができ、表示品質が良好な切換表示装置を高い歩留まりで製造することが可能になる。

## 【0187】

次に、本発明の第9の実施形態について説明する。図31は本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す上面図である。図31に示すように、本実施例においては、観察者側のレンチキュラレンズ31が、凸部が連なる方向（方向11）に沿って切断されており、液晶表示装置2の表面に垂直な方向から見て、長手方向が方向11に平行な複数の帯状の切断片31b乃至31eに分割されている。そして、各切断片に対してアクチュエータ6が取り付けられており、各切断片が独立して移動できるようになっている。本実施形態における上記以外の構成は、前述の第1の実施形態と同様である。

## 【0188】

次に、本実施形態に係る切換表示装置の動作について説明する。図31に示すように、液晶表示装置2（図4参照）が、一部分が平面画像であり、他の部分が立体画像である画像を表示する。そして、各アクチュエータを駆動して、立体画像が表示される領域の切断片、例えば切断片31c及び31eを、各レンズの光軸が相互に一致するように配置すると共に、文字表示等の平面画像を表示する領域の切断片、例えば切断片31b及び31dを、各レンズの光軸が相互に半レンズピッチずれるように配置する。これにより、表示面内に異なるレンズ配置を実現することができ、表示面内に立体画像と平面画像を混在して表示することができる。本実施形態における上記以外の動作及び効果は、前述の第1の実施例と同様である。

## 【0189】

次に、本発明の第10の実施形態について説明する。図32は本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、立体画像表示状態を示す。図32に示すように、本実施形態においては、前述の第1の実施形態における観察者側のレンチキュラレンズ31（図4参照）を、2枚のレンチキュラレンズ311及び312を組み合わせることにより構成している。即ち、本実施形態に係る切換表示装置においては、表示装置側から順に3枚のレンチキュラレンズ32、311及び312が設けられている。そして、レンチキュラレンズ32は、そのレンズ面を観察者側に向けて液晶表示装置2の基板上に配置されており、レンチキュラレンズ311は、そのレンズ面を観察者側に向けて配置されており、レンチキュラレンズ312は、そのレンズ面を表示装置側に向けて配置されている。また、2枚のレンチキュラレンズ311及び312は、1枚のレンチキュラレンズ32と等価である。そして、レンチキュラレンズ311及び312は相互に固定され、アクチュエータ（図示せず）が取り付けられており、方向11に移動可能に設けられている。本実施形態における上記以外の構成は、前述の第1の実施形態と同様である。

## 【0190】

本実施形態に係る切換表示装置の設計手法は、前述の第8の実施形態における

設計手法を基本として考えることができる。即ち、観察者側のレンチキュラレンズを2枚に分割して、分割後の夫々のレンチキュラレンズの焦点距離を2.064mm、レンズピッチを0.4774mmとすることにより、3枚のレンズ基板を用いた構成を実現することが可能となる。

#### 【0191】

次に、本実施形態に係る切換表示装置の動作について説明する。図32に示すように、立体画像を表示する際には、レンチキュラレンズ32、311及び312の光軸を相互に一致させる。これにより、左眼用画素41から出射した光が観察者の左眼52に向けて出射され、右眼用画素42から出射した光が右眼51に向けて出射され、観察者は立体画像を認識することができる。また、平面画像を表示する際には、アクチュエータを駆動させて、レンチキュラレンズ311及び312の光軸を、レンチキュラレンズ32の光軸に対して半レンズピッチずらす。このとき、レンチキュラレンズ311の光軸とレンチキュラレンズ312の光軸は相互に一致したままである。これにより、3枚のレンチキュラレンズの効果が相殺され、観察者は平面画像を認識することができる。本実施形態における上記以外の動作は前述の第1の実施形態と同様である。

#### 【0192】

本実施形態においては、3枚のレンズを使用することにより、2枚のレンズを使用する場合と比較して、収差をより低減することが可能となる。この結果、より良好な表示を行うことができる。

#### 【0193】

なお、本実施形態においては、観察者側のレンチキュラレンズを2枚のレンズにより構成する例を示したが、本発明はこれに限定されず、観察者側のレンチキュラレンズを3枚以上のレンズにより構成してもよく、表示装置側のレンズを2枚以上のレンズにより構成してもよく、観察者側及び表示装置側の双方のレンズを夫々2枚以上のレンズにより構成してもよい。

#### 【0194】

次に、本発明の第11の実施形態について説明する。図33は本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す上面図であり、図34は横軸に変位量を

とり、縦軸に反力をとって、非線形ばねの特性を示すグラフ図である。図33に示すように、本実施形態に係る切換表示装置は、前述の第1の実施形態に係る切換表示装置と比較して、アクチュエータの構成が異なっている。

## 【0195】

例えば前述の第1の実施形態においては、観察者側のレンチキュラレンズ31を移動させて立体表示と平面表示とを切り替えているが、レンチキュラレンズ31の位置は、立体表示を行う位置、即ち、レンチキュラレンズ31の光軸がレンチキュラレンズ32の光軸と一致するような位置か、又は、平面表示を行う位置、即ち、レンチキュラレンズ31の光軸がレンチキュラレンズ32の光軸から半レンズピッチずれるような位置、に安定して配置される必要がある。即ち、レンチキュラレンズ31が前記両位置の中間の位置に留まるようなことがあると、立体画像及び平面画像のいずれも安定して表示することができなくなる。

## 【0196】

本実施形態の切換表示装置においては、筐体（図示せず）に固定された固定枠72が設けられており、この固定枠72の開口部に観察者側のレンチキュラレンズ31が収納されている。固定枠72の開口部の方向11における長さは、レンチキュラレンズ31の方向11における長さよりも長くなっている。そして、レンチキュラレンズ31における移動方向11に直交する方向に延びる端縁と固定枠72との間に、2対、即ち4本の非線形ばね65乃至68が設けられている。非線形ばね65及び67は対をなしており、相互に対向するように配置されている。また、非線形ばね66及び68は他の対をなしており、相互に対向するように配置されている。そして、非線形ばね65及び66はレンチキュラレンズ31の一の端縁に取り付けられており、非線形ばね67及び68はレンチキュラレンズ31の他の端縁に取り付けられている。非線形ばね65乃至68は、レンチキュラレンズ31を方向11に沿って押圧するものである。また、非線形ばね65及び66が取り付けられている側の端縁には、レンチキュラレンズ31を方向11に沿って押圧するレバー62が設けられ、非線形ばね67及び68が取り付けられている側の端縁には、レンチキュラレンズ31を方向11に沿って押圧するレバー64が設け

られている。なお、レンチキュラレンズ31はガイド（図示せず）により希望しない方向、即ち方向11以外の方向には移動しないように規制されており、ストップ（図示せず）にて方向11における移動範囲も規制されていてもよい。

## 【0197】

図34に示すように、非線形ばねに印加する押込力を増加させていくと、押込力に応じて変位量が増加していくが、ばねに一定の反力 $F_1$ に対向する押込力を印加して、ばねの変位量が一定の値cを超えると、ばねの反力が前述の値 $F_1$ からこの値 $F_1$ よりも小さい値 $F_2$ となる。そして、ばねの変位量が値cよりも大きい状態から、ばねに印加する押込力を徐々に除去していくと、ばねの変位量は値cまでは弱い反力 $F_2$ を示しながら減少し、変位量がc以下になると、強い反力 $F_1$ を示しながら基本状態へ戻ろうとする。そして、本実施形態においては、対をなす非線形ばねのうち、一方のばねの変位量を図34に示す値cよりも小さい値aとし、他方のばねの変位量を値cよりも大きい値bとなるようにする。

## 【0198】

次に、本実施形態に係る切換表示装置の動作について説明する。図34に示すように、非線形ばね65及び66の変位量がaであり、非線形ばね67及び68の変位量がbであるとき、非線形ばね65及び66の反力は、非線形ばね67及び68の反力よりも大きいため、レンチキュラレンズ31は非線形ばね67及び68側に押付けられる。即ち、レンチキュラレンズ31は図34において2点鎖線で示す第1の位置に配置されている。この状態で、レバー64を押し込むと、レンチキュラレンズ31は非線形ばね65及び66側に移動する。これにより、非線形ばね65及び66の変位量がbとなり、非線形ばね67及び68の変位量がaとなり、レンチキュラレンズ31は非線形ばね65及び66側に押付けられる。即ち、レンチキュラレンズ31は図34において実線で示す第2の位置に配置される。そして、レバー64に加えた力を除去した後も、非線形ばね67及び68の反力は、非線形ばね65及び66の反力よりも大きいため、レンチキュラレンズ31は第2の位置に安定して保持される。また、この状態において、レバー62を押し込むと、レンチキュラレンズ31は再び第1の位置に移動し、非線形ばね65乃至68の反力の差により、この第1の位置で安定して保持される。

## 【0199】

本実施形態においては、第1の位置を例えば立体表示を行う位置とし、第2の位置を例えば平面表示を行う位置とする。このように、本実施形態においては、簡単な構成により、レンチキュラレンズ31を、立体表示位置及び平面表示位置のいずれかの位置に安定的に保持することができる。本実施形態における上記以外の動作及び効果は、前述の第1の実施例と同様である。

## 【0200】

次に、本発明の第12の実施形態について説明する。図35は本実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す上面図である。図35に示すように、本実施形態に係る切換表示装置には、前述の第11の実施形態に係る切換表示装置と比較して、レバー62及び64の替わりに、「く」字状形のカンチレバー62a及び64aが設けられており、カンチレバー62a及び64aの一端はレンチキュラレンズ31に当接している。カンチレバー62a及び64aは中央部が固定枠72に回動可能に軸支されており、カンチレバー62a及び64aの他端には、夫々アクチュエータ61及び63の一端が連結されている。アクチュエータ61及び63は形状記憶合金からなる針金であり、通電状態では長さが短縮し、非通電状態では外力により変形可能となる。アクチュエータ61及び63の他端は固定枠72に連結されている。アクチュエータ61及び63は夫々独立にスイッチ（図示せず）を介して電源（図示せず）に接続されており、スイッチを閉じることによって電流が流れている。また、アクチュエータ61の基本長は、非通電状態においては、レンチキュラレンズ31がアクチュエータ61側の位置、即ち図35に実線で示す第2の位置に移動してアクチュエータ61が引き伸ばされたときに、カンチレバー62aに引張力を加えることがなく、通電状態においては、短縮することによりカンチレバー62aを介してレンチキュラレンズ31を他端側の位置、即ち、図35に2点鎖線で示す第1の位置に十分に押し込めるような長さに設定する。アクチュエータ63の長さも、アクチュエータ61と同様に設計する。

## 【0201】

次に、本実施形態に係る切換表示装置の動作について説明する。先ず、図35

に示すように、レンチキュラレンズ31が図35に2点鎖線で示す第1の位置にある場合を想定する。このとき、前述の第11の実施形態において説明したように、非線形ばね65乃至68の反力の差により、レンチキュラレンズ31は第1の位置に安定的に保持されている。そして、アクチュエータ63に通電すると、アクチュエータ63が短縮してカンチレバー64aを回動させ、カンチレバー64aがレンチキュラレンズ31を図35に実線で示す第2の位置に向かって押圧する。これにより、レンチキュラレンズ31が第1の位置から第2の位置に移動する。なお、このとき、レンチキュラレンズ31の移動により、カンチレバー62aが回動してアクチュエータ61が引き伸ばされるが、アクチュエータ61は非通電状態にあるため、容易に変形し、レンチキュラレンズ31の移動を妨げることがない。その後、アクチュエータ63への通電を解除しても、非線形ばね65乃至68の反力の差により、レンチキュラレンズ31は第2の位置で安定的に保持される。同様に、レンチキュラレンズ31を第2の位置から第1の位置に移動させる場合は、アクチュエータ61に通電する。これにより、アクチュエータ61が短縮し、カンチレバー62aが回動して、レンチキュラレンズ31を第1の位置に向けて押圧する。本実施形態における上記以外の動作は、前述の第11の実施形態と同様である。

### 【0202】

このように、本実施形態によれば、レンチキュラレンズ31の移動を電気的に制御することができる。これにより、立体画像表示と平面画像表示との切換を自動的に行なうことが可能となる。また、アクチュエータとして形状記憶合金からなる針金を使用しているため、その構成が簡略であり、小型且つ軽量に切換表示装置を構成することができる。

### 【0203】

なお、アクチュエータ61及び63を長手方向に沿って常に引き伸ばすようにばねを接続してもよい。これにより、アクチュエータが、通電時には短縮してレンチキュラレンズ31を移動させるが、非通電時には十分に引き伸ばされてカンチレバーがレンチキュラレンズ31を押付けないようにすることができる。この結果、非駆動側のアクチュエータが駆動側のアクチュエータの負荷にならないよ

うにでき、レンチキュラレンズ31の駆動をより高速化できる。

【0204】

また、切換表示装置の外形を小型化する必要がない場合には、アクチュエータとして、電磁ソレノイド又は電磁モータ等の電気アクチュエータを使用してもよい。更に、前述の第11の実施形態及び本第12の実施形態は、前述の第2乃至第10の実施形態と組み合わせることもできる。

【0205】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、第1の光学素子が配列された第1の光学手段及び第2の光学素子が配列された第2の光学手段を設け、第2の光学手段を第1及び第2の光学素子の配列方向に相対的に移動させて、第1の光学手段と第2の光学手段との相対的な位置を変化させることにより、立体画像表示と平面画像表示を切り替えることができる。これにより、薄型且つ小型であり、立体画像表示と平面画像表示の切換が高速であり、表示品質が高く、低コストである立体画像平面画像切換表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図である。

【図2】

本実施形態に係る携帯端末装置を示す斜視図である。

【図3】

(a) 及び (b) は切換表示装置1の動作を示す断面図であり、(a) は立体画像を表示する場合を示し、(b) は平面画像を表示する場合を示す。

【図4】

立体画像表示時において2枚のレンチキュラレンズを1枚のレンチキュラレンズとみなした場合の光学モデルを示す図である。

【図5】

2枚のレンチキュラレンズと等価な1枚のレンチキュラレンズを示す断面図で

ある。

【図6】

本実施形態におけるシミュレーションに使用する光学モデルを示す図であり、立体画像表示時の配置を示す。

【図7】

横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、このシミュレーションの結果を示すグラフ図である。

【図8】

横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、1枚のレンチキュラレンズを使用した場合の立体画像表示、及びレンチキュラレンズを使用しない場合の平面画像表示のシミュレーション結果を示すグラフ図である。

【図9】

横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、シミュレーションの結果を示すグラフ図である。

【図10】

横軸に観察者側のレンチキュラレンズのZ軸における位置をとり、縦軸に、コントラスト比CRをとって、レンチキュラレンズ間の距離が立体画像の表示品質に及ぼす影響を示すグラフ図である。

【図11】

横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、シミュレーションの結果を示すグラフ図である。

【図12】

横軸に観察者側のレンチキュラレンズのX軸における位置をとり、縦軸に、コントラスト比CRをとって、レンチキュラレンズ間の距離が立体画像の表示品質に及ぼす影響を示すグラフ図である。

【図13】

本発明の第2の実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、平面画像表示状態を示す。

【図14】

横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、図13に示す装置についてのシミュレーション結果を示すグラフ図である。

## 【図15】

本発明の第3の実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、立体画像表示状態を示す。

## 【図16】

本発明の第4の実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、立体画像表示状態を示す。

## 【図17】

(a) 及び (b) は、横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、立体可視域及び平面可視域の許容幅を示すグラフ図である。

## 【図18】

(a) 及び (b) は本発明の第5の実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、(a) は平面画像表示状態を示し、(b) は立体画像表示状態を示す。

## 【図19】

横軸にレンズにおける光軸に直交する位置をとり、縦軸にこの位置におけるレンズの高さをとって、レンズ形状を示すグラフ図である。

## 【図20】

ある画素の一端部から出射した光の経路を示す図である。

## 【図21】

この画素の他端部から出射した光の経路を示す図である。

## 【図22】

この画素の中央部から出射した光の経路を示す図である。

## 【図23】

横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、図18 (a) 及び (b) に示す装置についてのシミュレーション結果を示すグラフ図である。

## 【図24】

(a) 及び (b) は第5の実施形態の変形例に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、(a) は平面画像表示状態を示し、(b) は立体画像表示状態を示す。

【図25】

(a) 及び (b) は本発明の第6の実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、(a) は平面画像表示状態を示し、(b) は立体画像表示状態を示す。

【図26】

横軸に観察位置をとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、図25 (a) 及び (b) に示す装置についてのシミュレーション結果を示すグラフ図である。

【図27】

(a) 及び (b) は本発明の第7の実施形態における立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、(a) は立体画像表示状態を示し、(b) は平面画像表示状態を示す。

【図28】

(a) 及び (b) はこの立体画像平面画像切換表示装置を示す上面図であり、(a) は立体画像表示状態を示し、(b) は平面画像表示状態を示す。

【図29】

図29は本発明の第8の実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、立体画像表示状態を示す。

【図30】

この切換表示装置の光学モデルを示す図である。

【図31】

本発明の第9の実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す上面図である。

【図32】

本発明の第10の実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す断面図であり、立体画像表示状態を示す。

## 【図33】

本発明の第11の実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す上面図である。

## 【図34】

横軸に変位量をとり、縦軸に反力をとて、非線形ばねの特性を示すグラフ図である。

## 【図35】

本発明の第12の実施形態に係る立体画像平面画像切換表示装置を示す上面図である。

## 【図36】

レンチキュラレンズの形状を示す斜視図である。

## 【図37】

従来の立体画像表示装置を示す斜視図である。

## 【図38】

他の従来の立体画像表示装置を示す断面図である。

## 【符号の説明】

1 ; 立体画像平面画像切換表示装置

2 ; 液晶表示装置

3 ; 光分配装置

6 ; アクチュエータ

7 ; 枠

8 ; 光学フィルム

9 ; 光硬化型接着剤層

10 ; バックライト

11 ; 方向

16 ; 携帯電話

23、25 ; ガラス基板

24 ; 液晶層

26 ; カラーフィルタ

31、32、36、37；凸型レンチキュラレンズ

31a、32a；凸部

31c～31e；切断片

33；凹型レンチキュラレンズ

33a；凹部

34、35；プリズム板

38、39；フライアイレンズ

41；左眼用の画素

42；右眼用の画素

43；発光体

44～47；画素

51；観察者の左眼

52；観察者の右眼

53；受光面

61、63；アクチュエータ

62、64；レバー

62a、64a；カンチレバー

65～68；非線形ばね

72；固定枠

100；レンチキュラレンズ

101；立体画像表示装置

102；レンチキュラレンズ

103；透明体

104；隙間

105；ポンプ

111；立体表示装置

112；レンチキュラレンズ

113；画像表示装置

114、115；画素

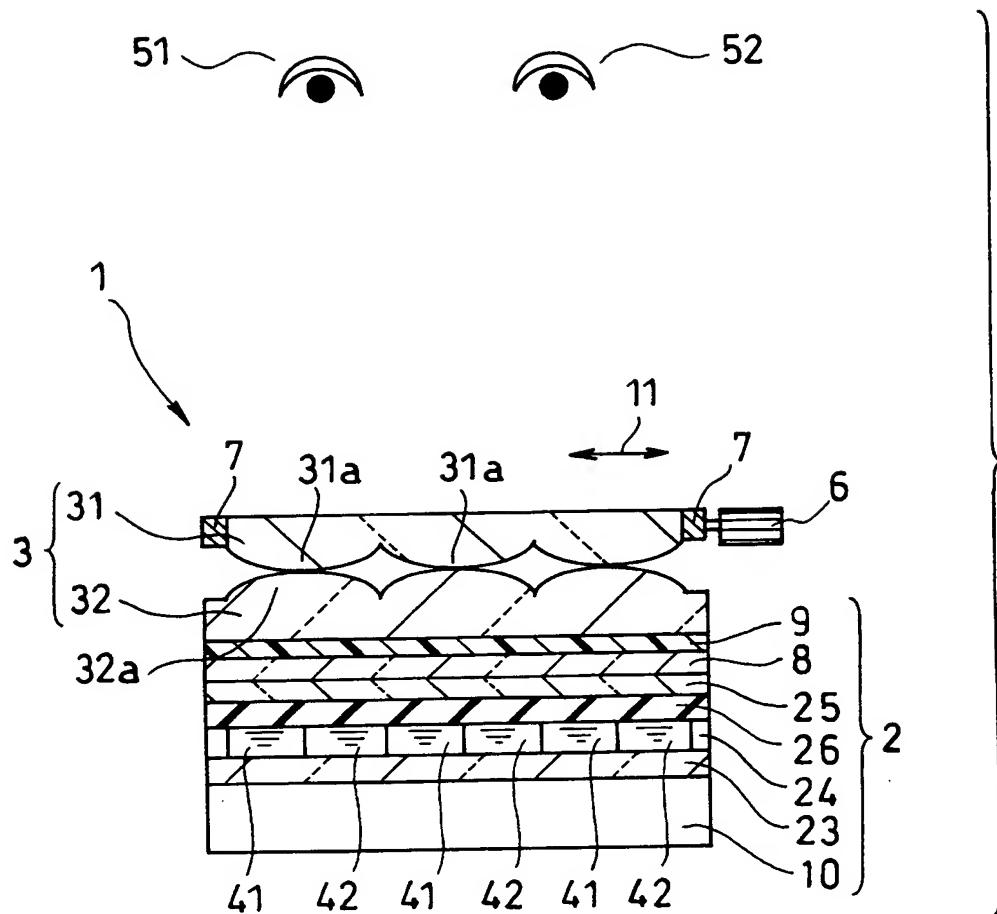
116 ; ファイバフェースプレート

311、312 ; 凸型レンチキュラレンズ

401～404 ; 画素

【書類名】 図面

【図1】



1 ; 立体画像平面画像切換表示装置

2 ; 液晶表示装置

3 ; 光分配装置

6 ; アクチュエータ

7 ; 柄

8 ; 光学フィルム

9 ; 光硬化型接着剤層

10 ; バックライト

11 ; 方向

23 ; ガラス基板

24 ; 液晶層

25 ; ガラス基板

26 ; カラーフィルタ

31、32 ; 凸型レンチキュラレンズ

31a、32a ; 凸部

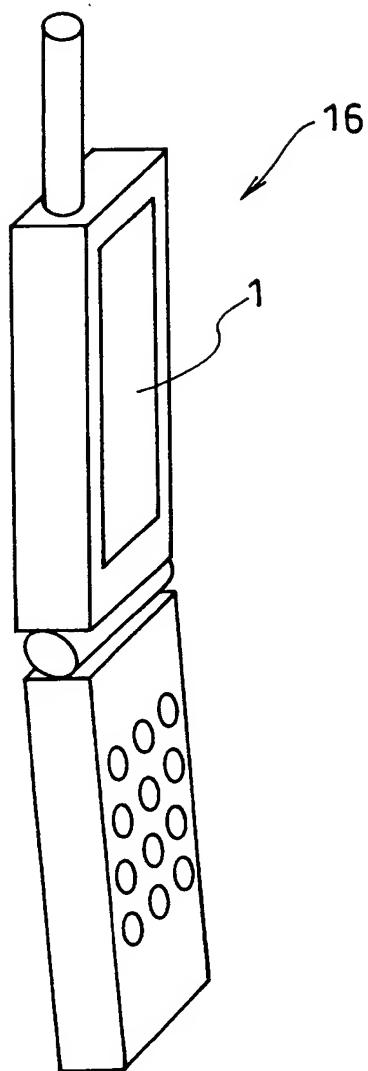
41 ; 左眼用の画素

42 ; 右眼用の画素

51 ; 観察者の左眼

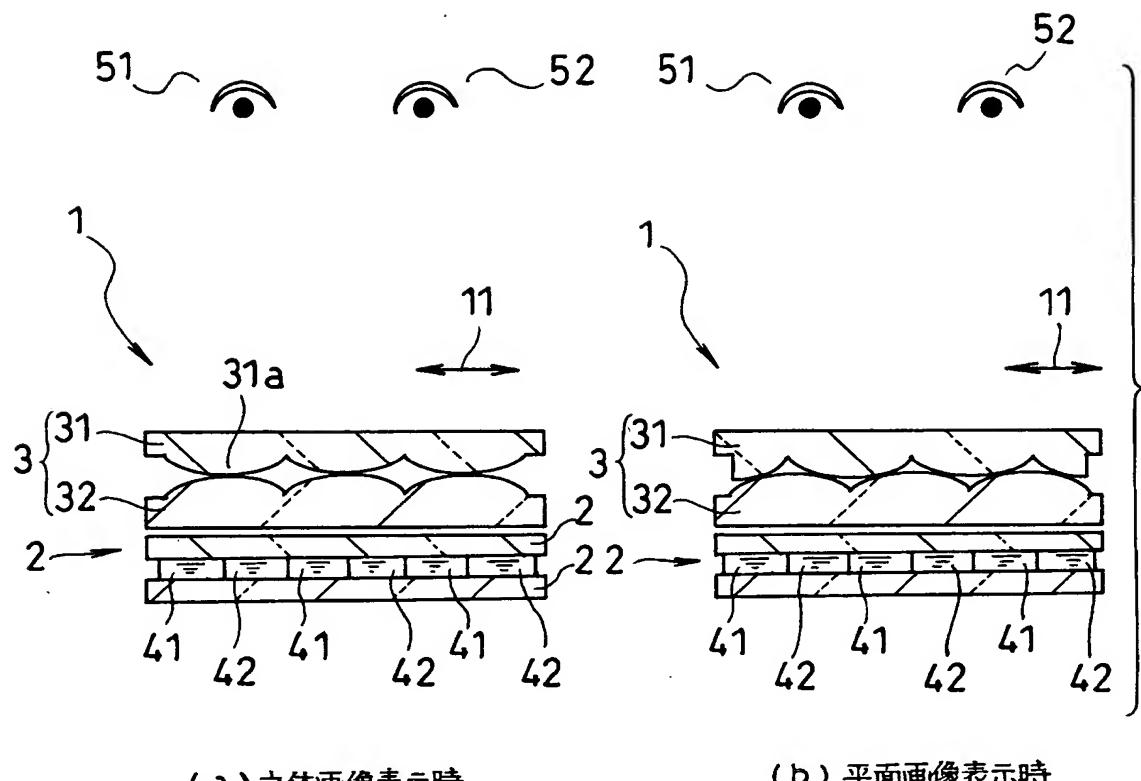
52 ; 観察者の右眼

【図2】

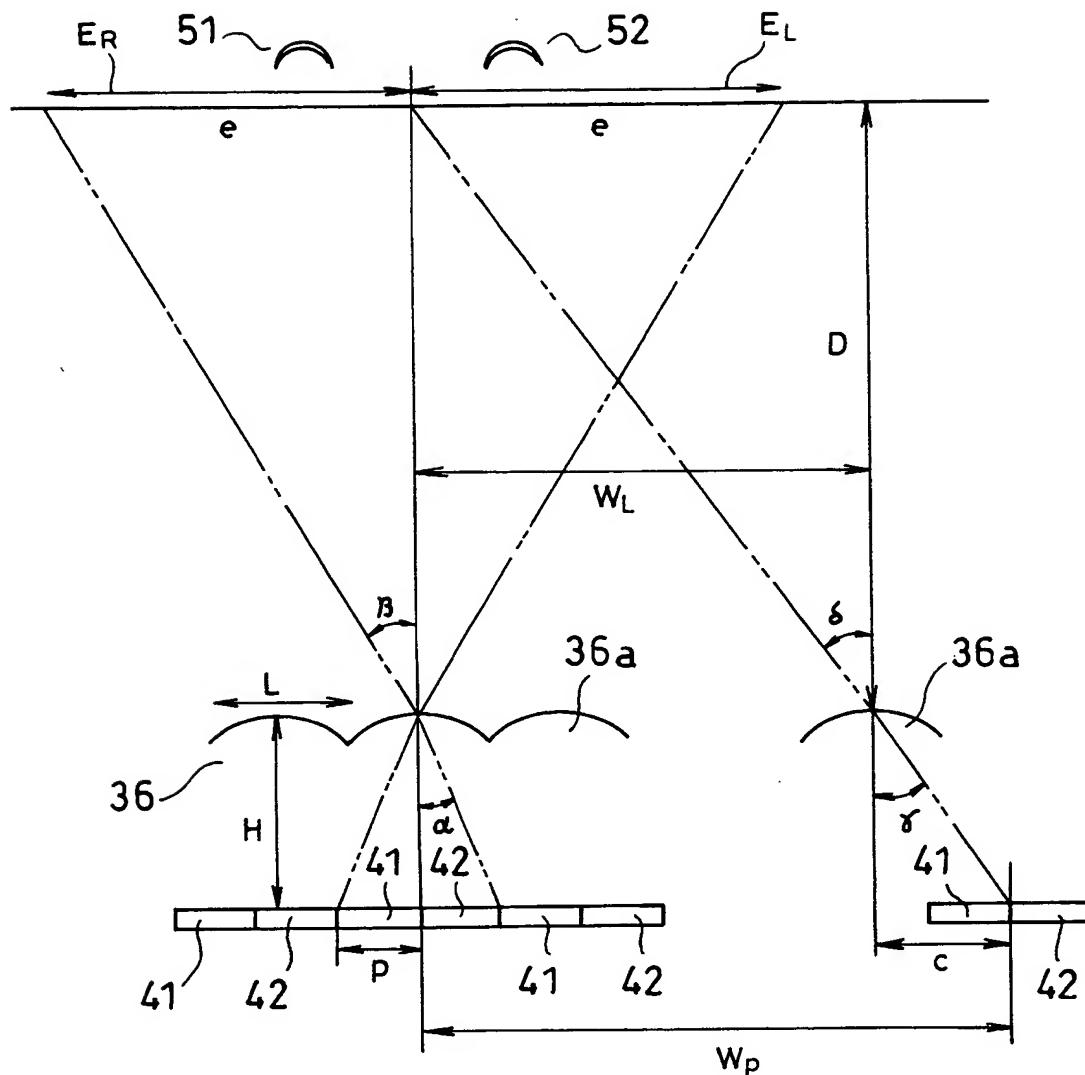


16 ; 携帯電話

【図3】



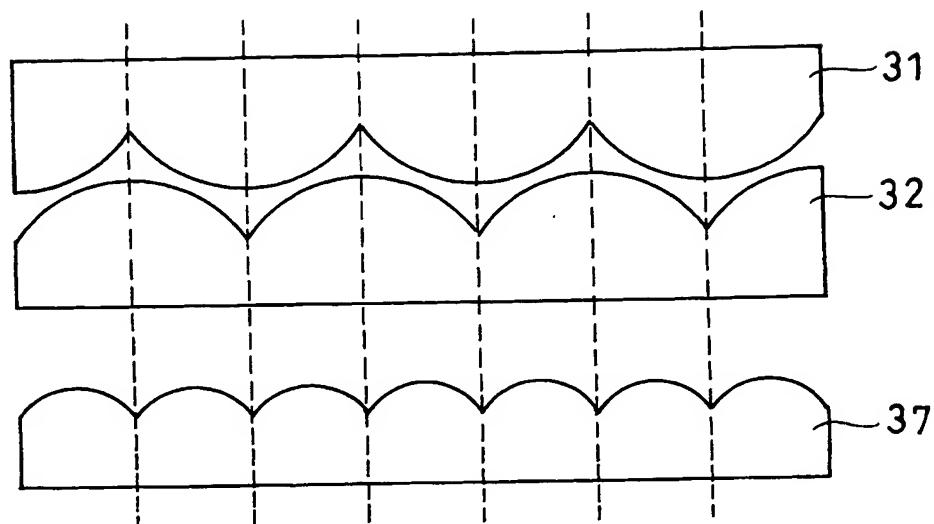
【図4】



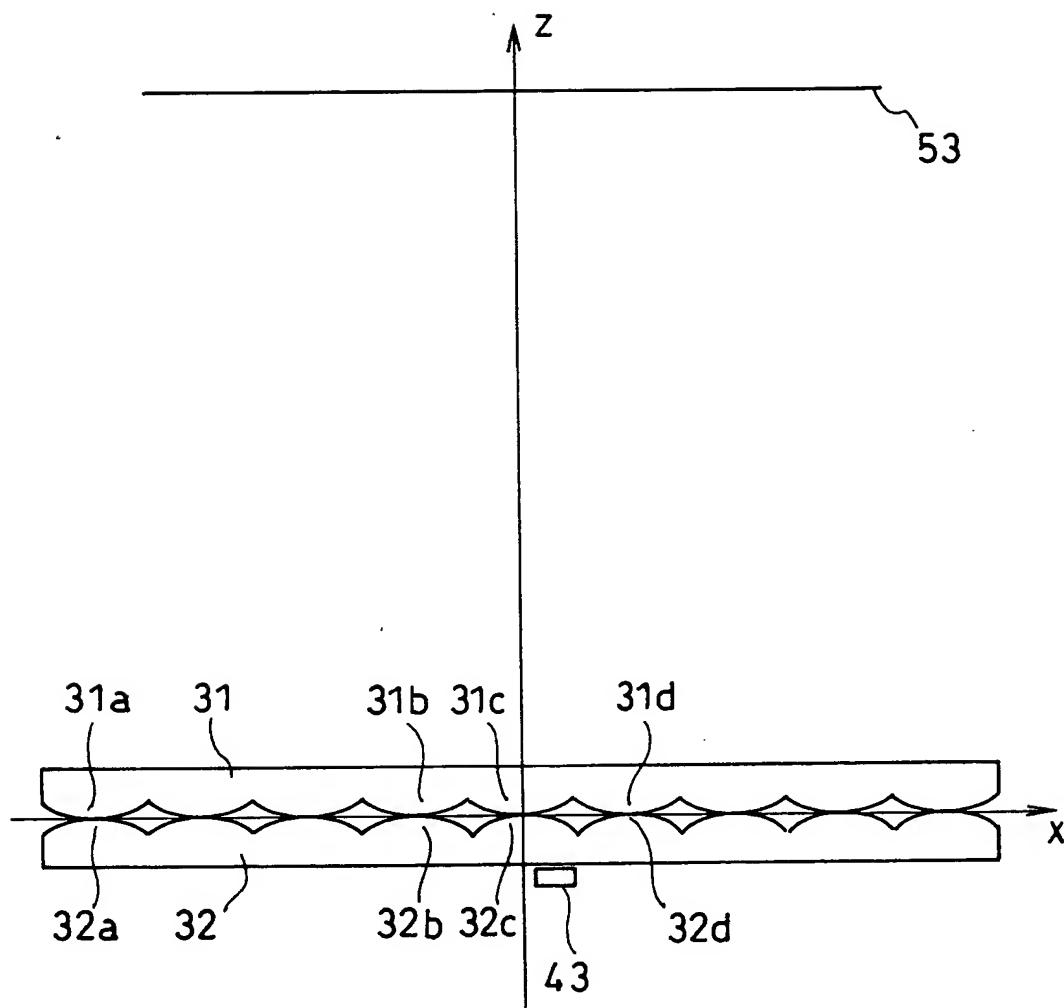
36 ; 凸型レンチキュラレンズ

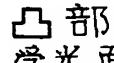
36a ; 凸部

【図5】

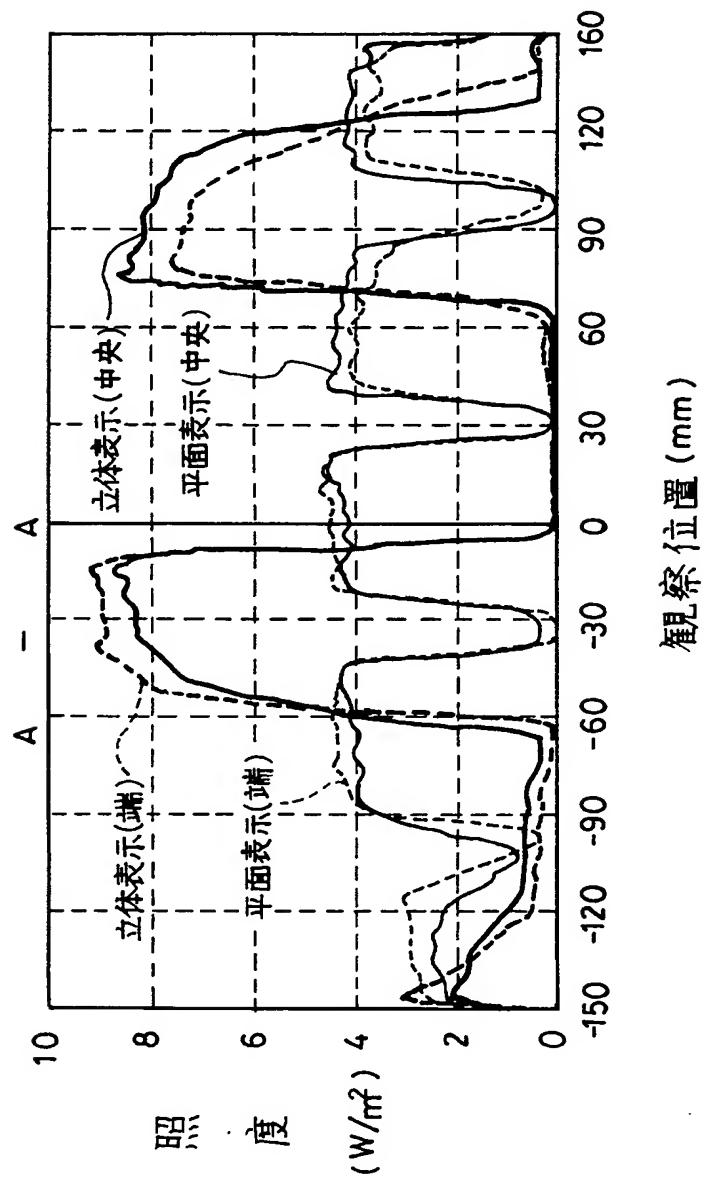


【図6】

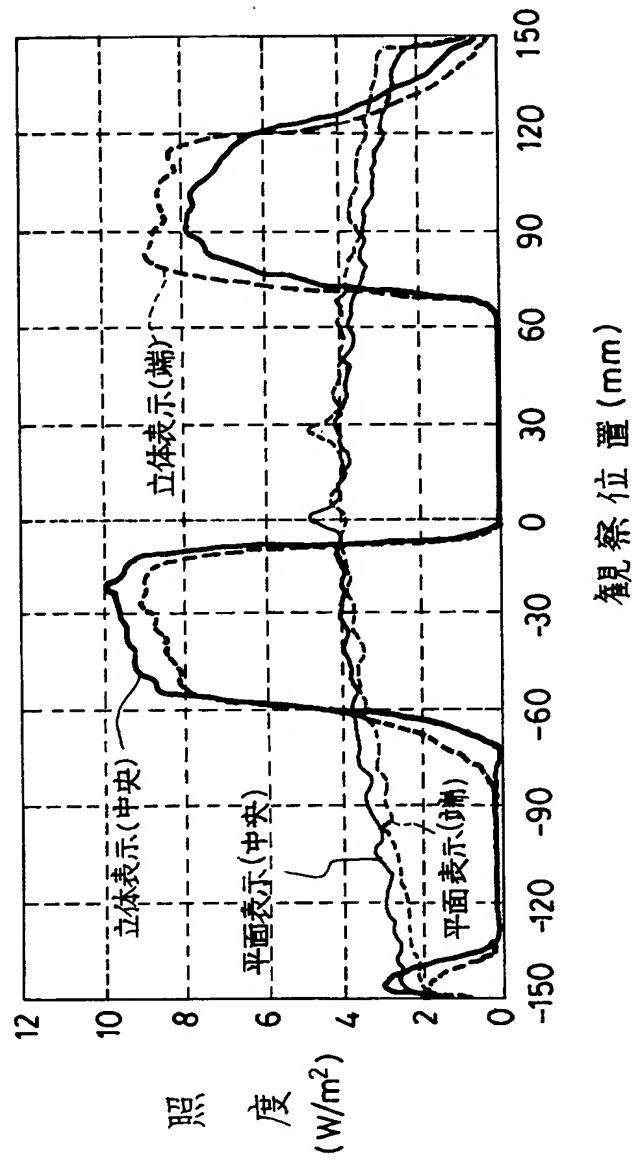


31a ~ 31d, 32a ~ 32d ;  部  
 43 ; 発光体 53 ; 受光面

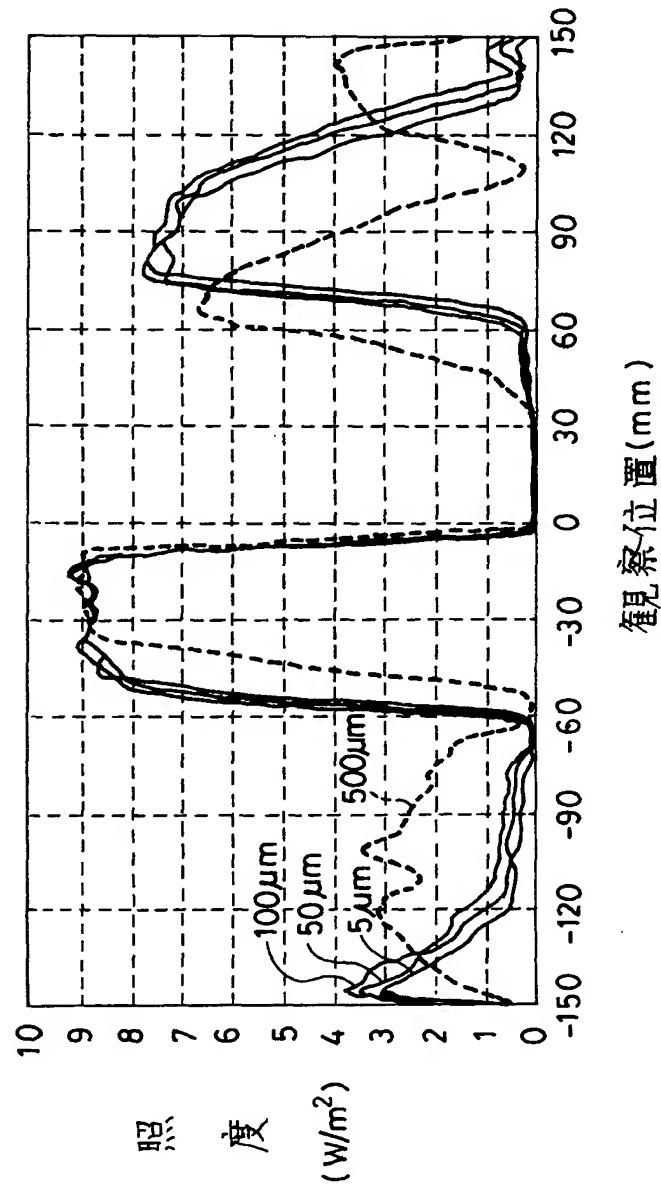
【図7】



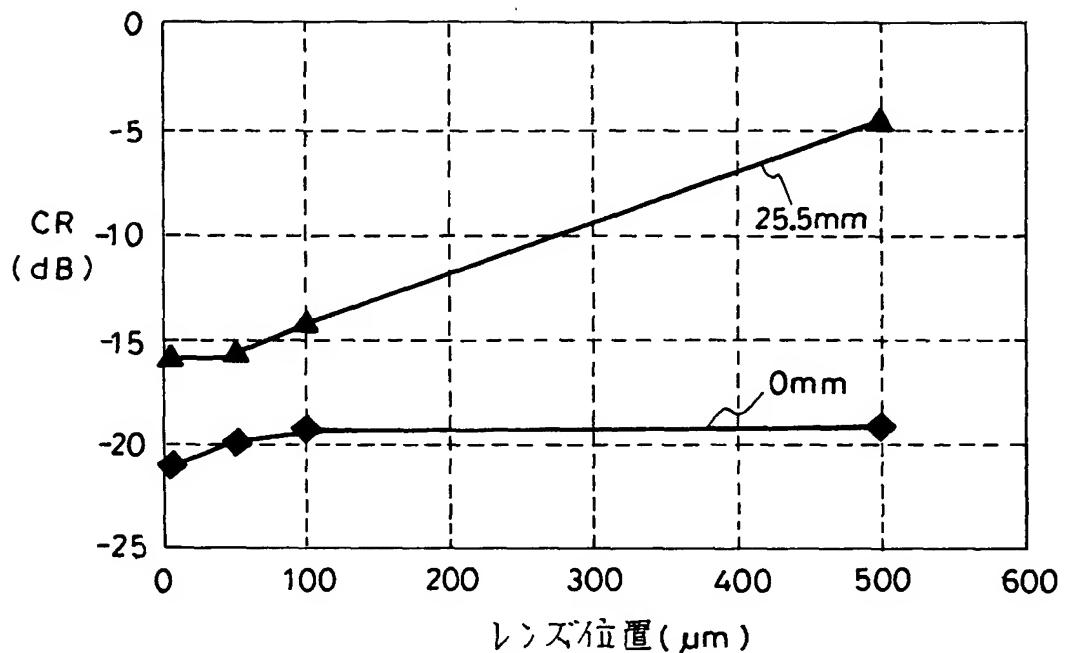
【図8】



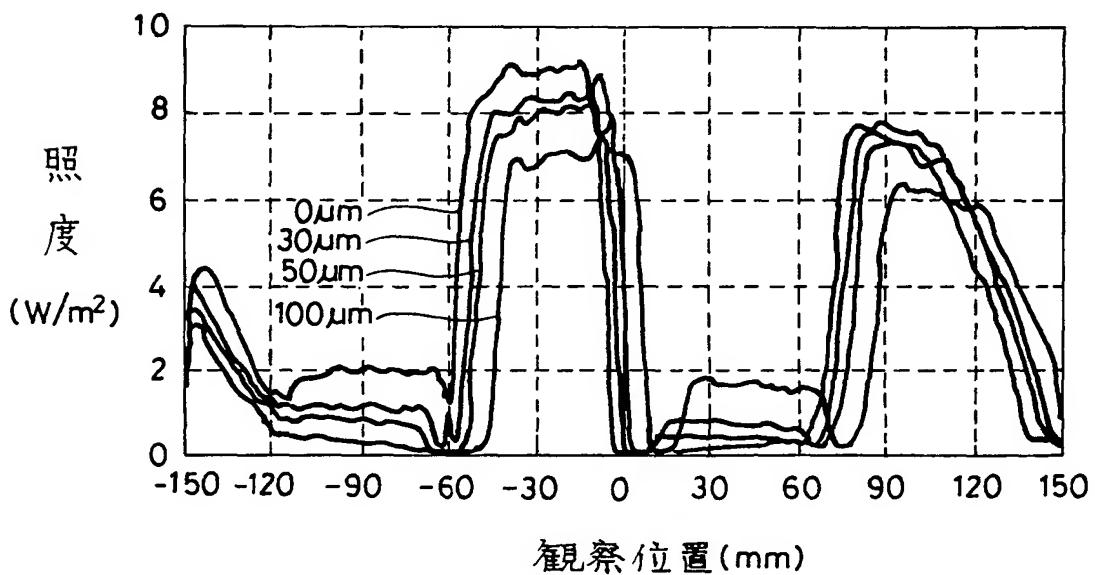
【図9】



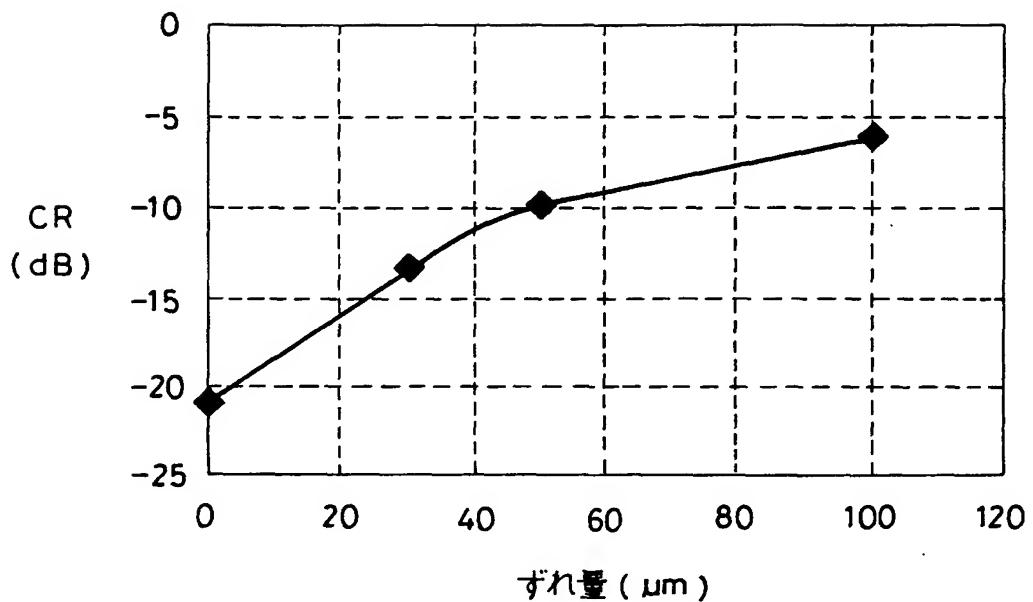
【図10】



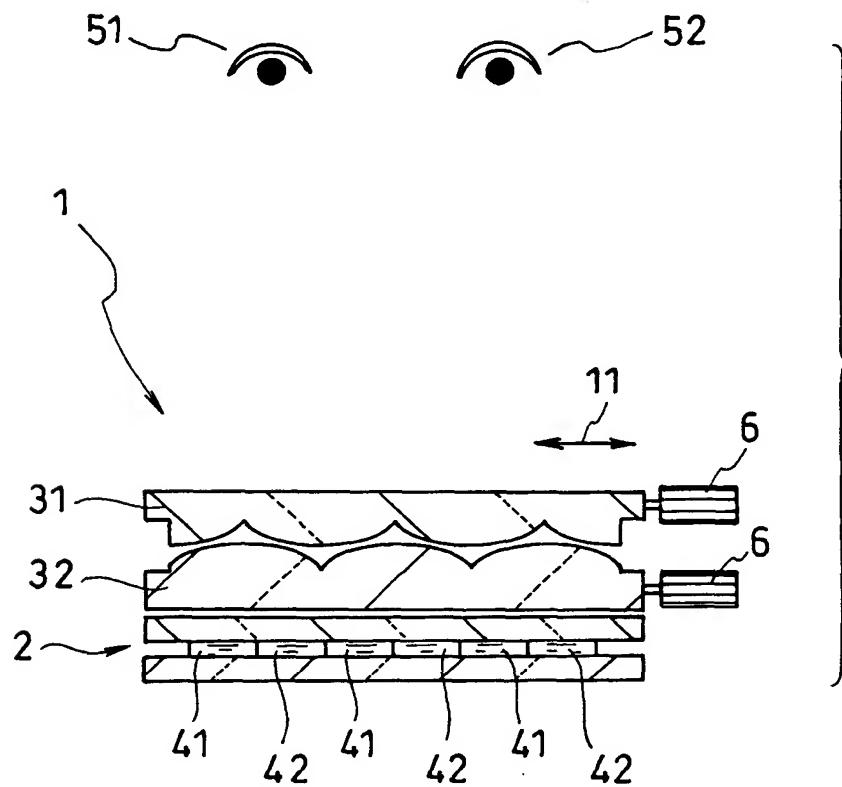
【図11】



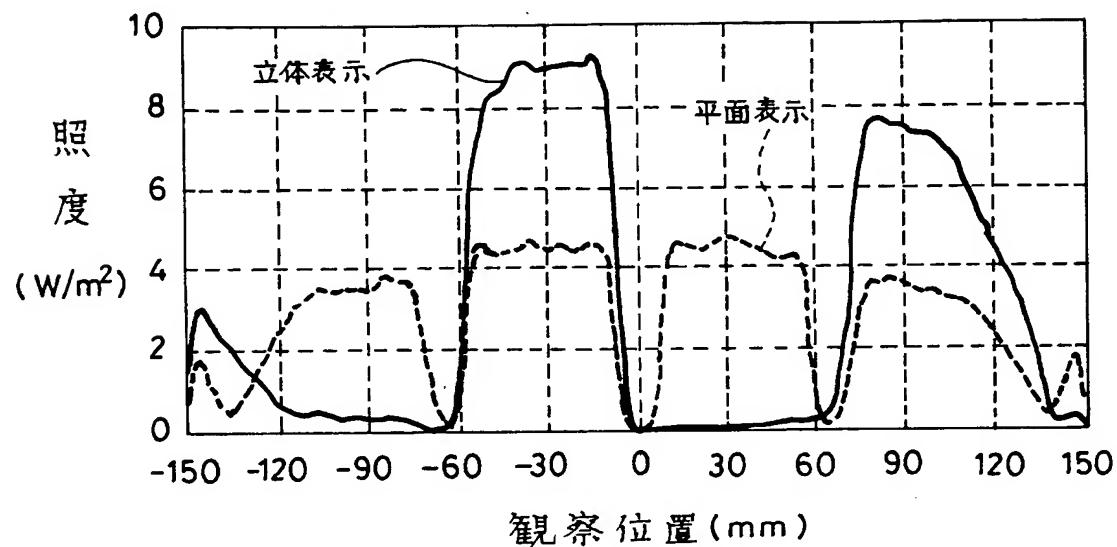
【図12】



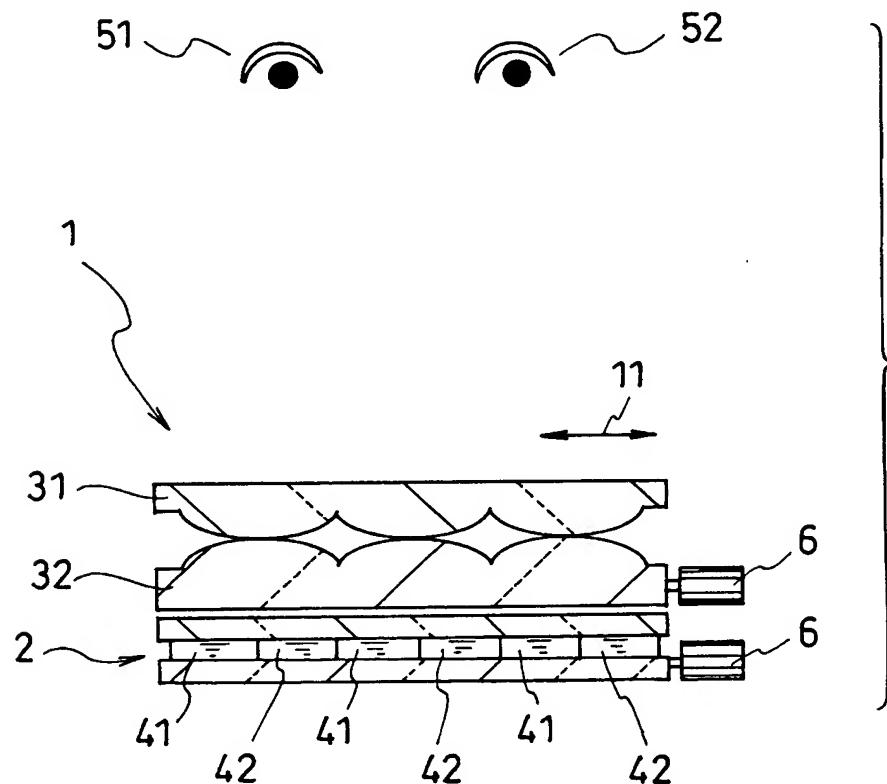
【図13】



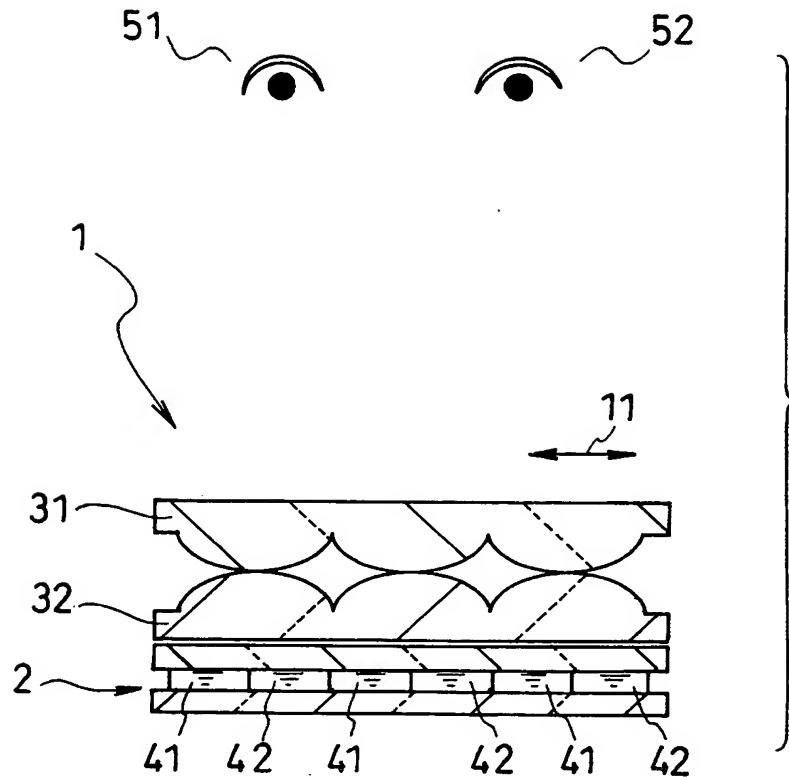
【図14】



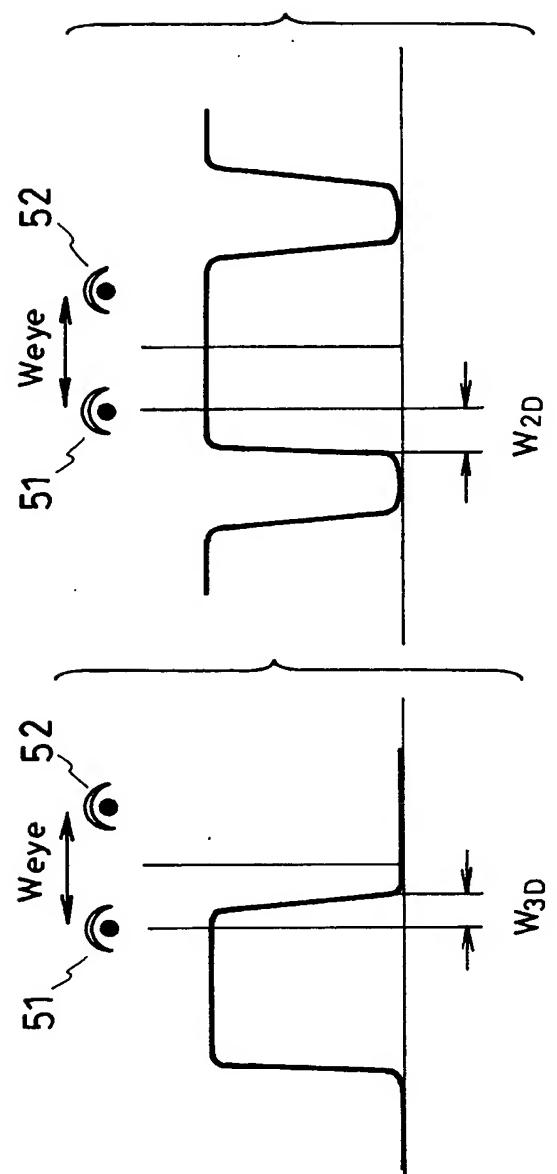
【図15】



【図16】



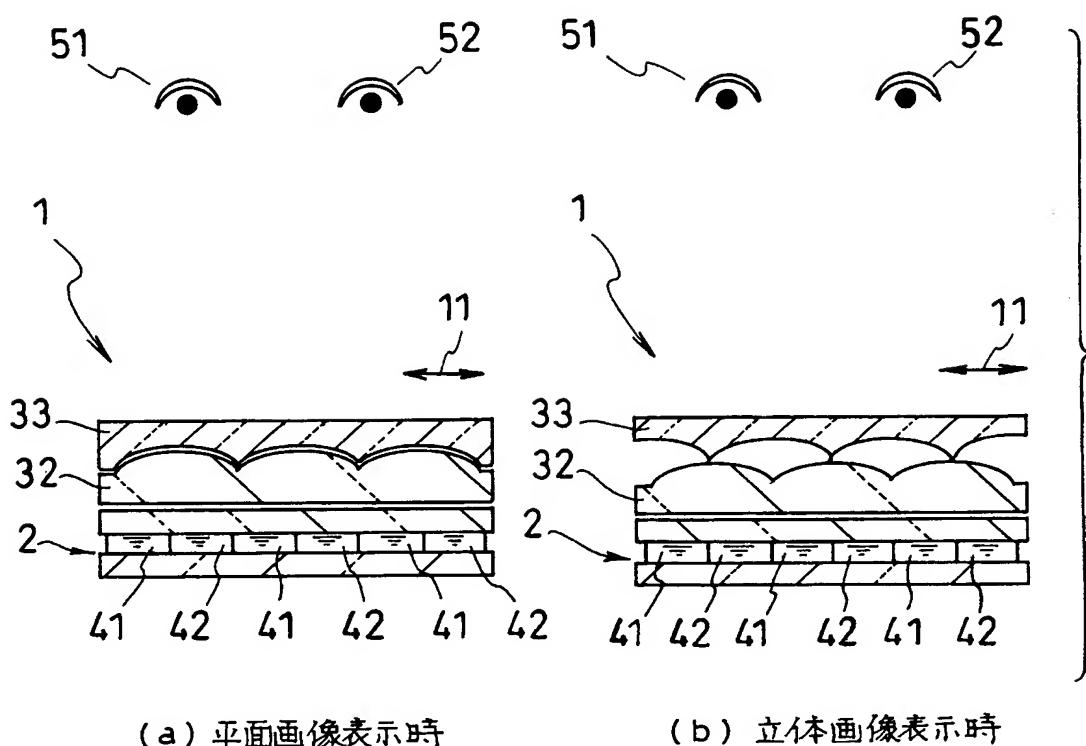
【図17】



(a) 立体画像表示時

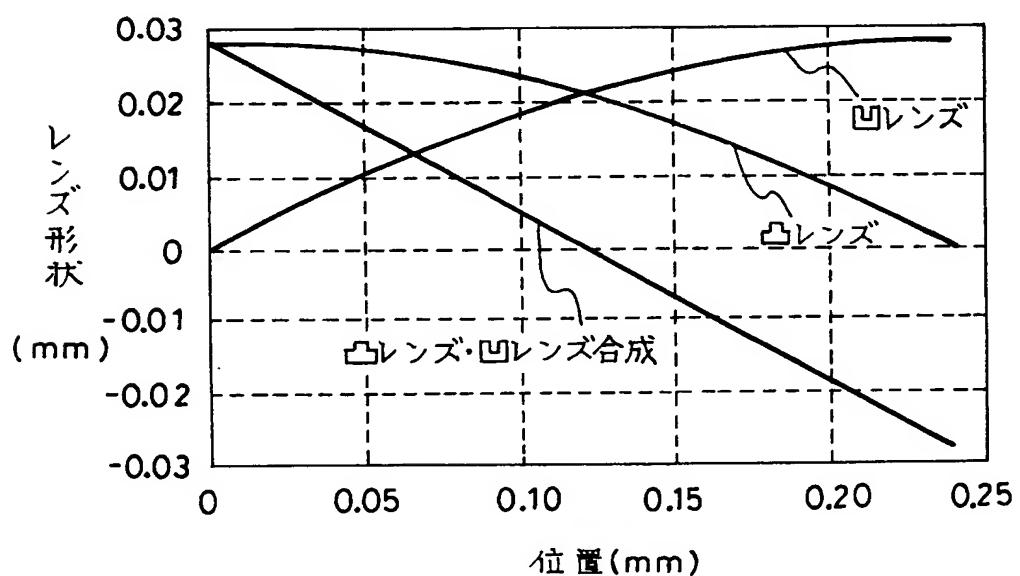
(b) 平面画像表示時

【図18】

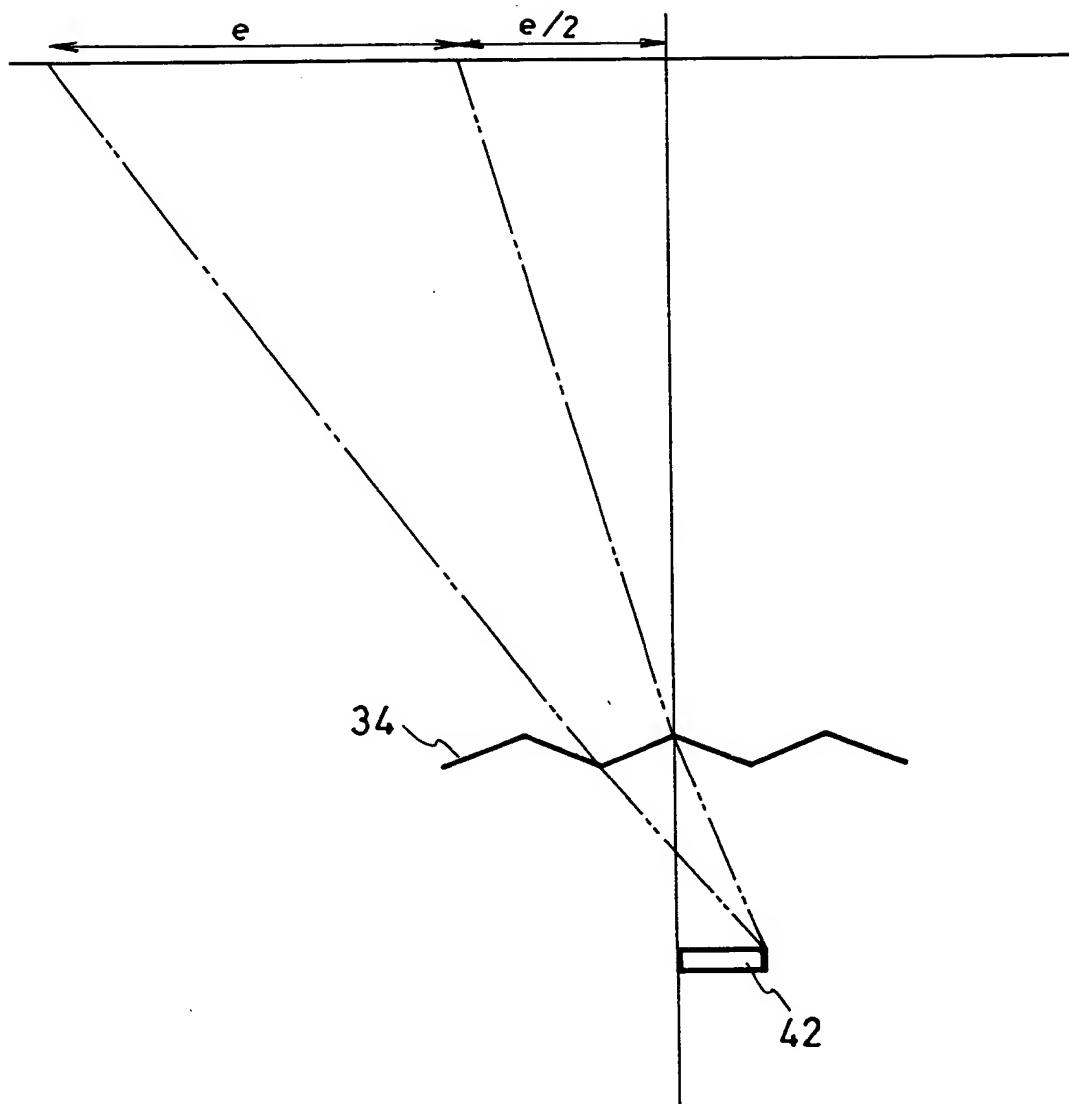


33 ; 凹型レンズキュラレンズ

【図19】

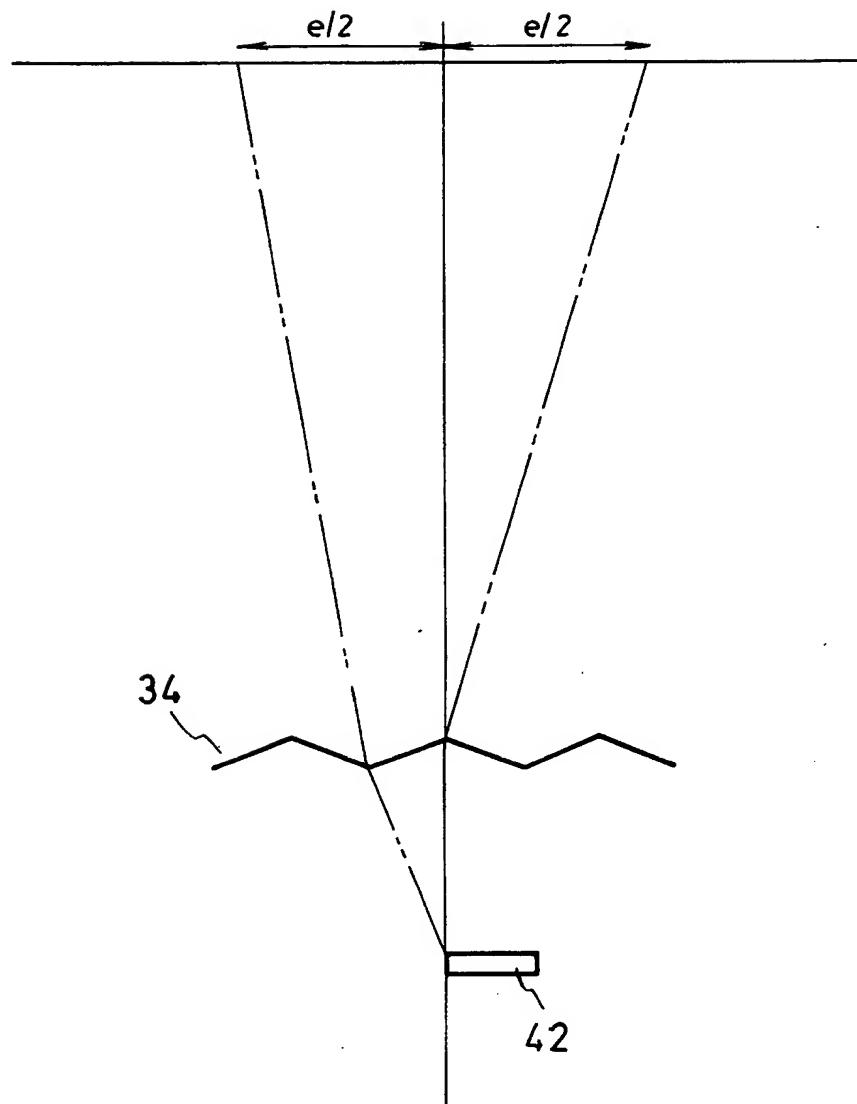


【図20】

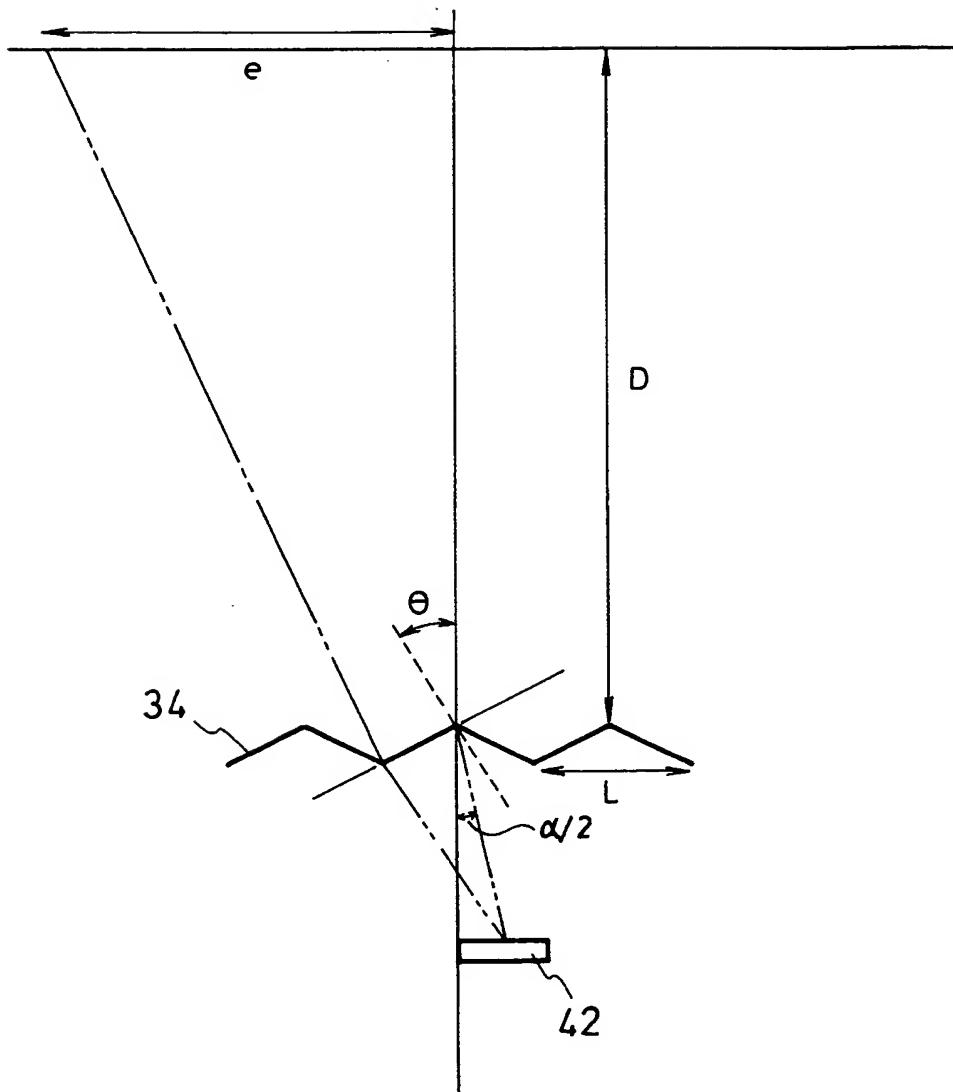


34 ; プリズム板

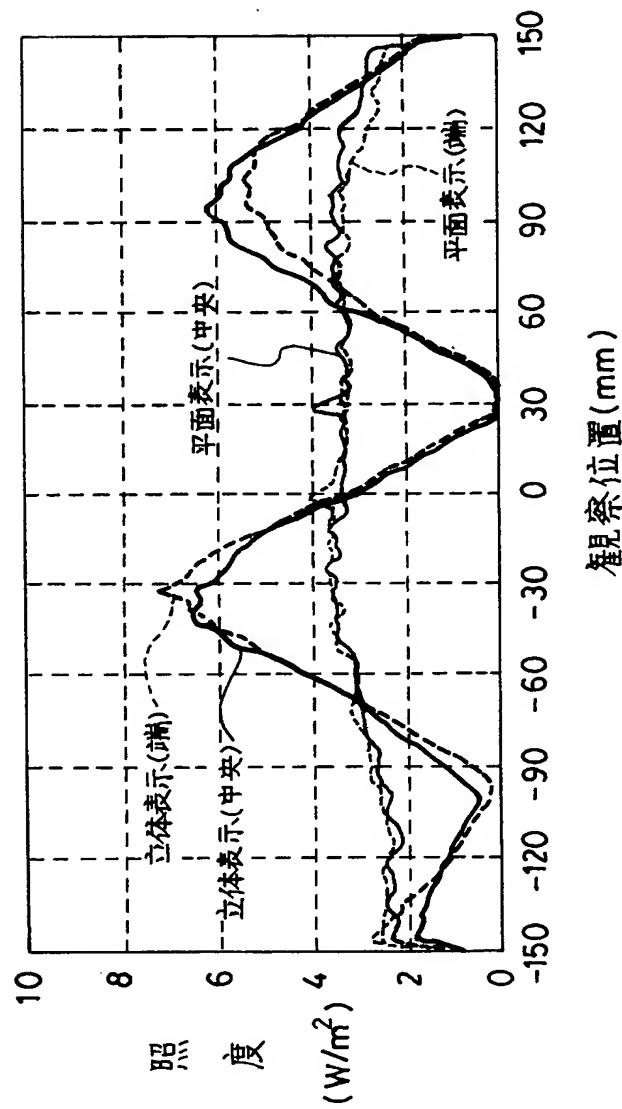
【図21】



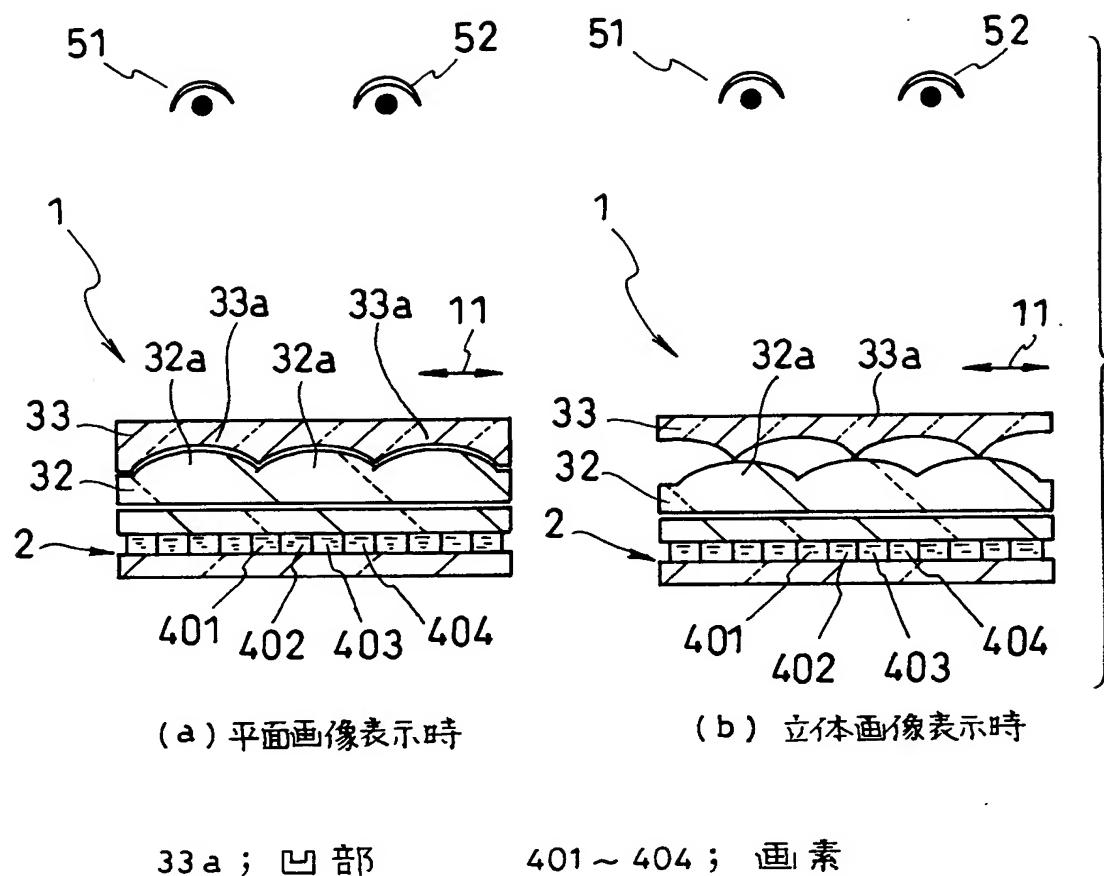
【図22】



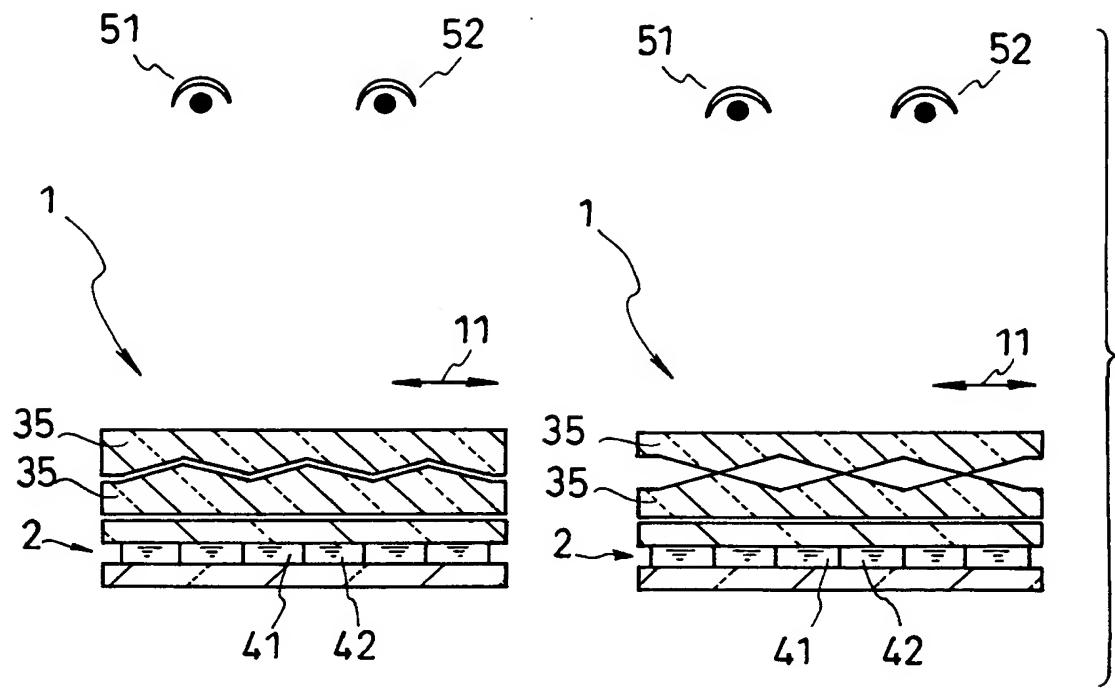
【図2・3】



【図24】



【図25】

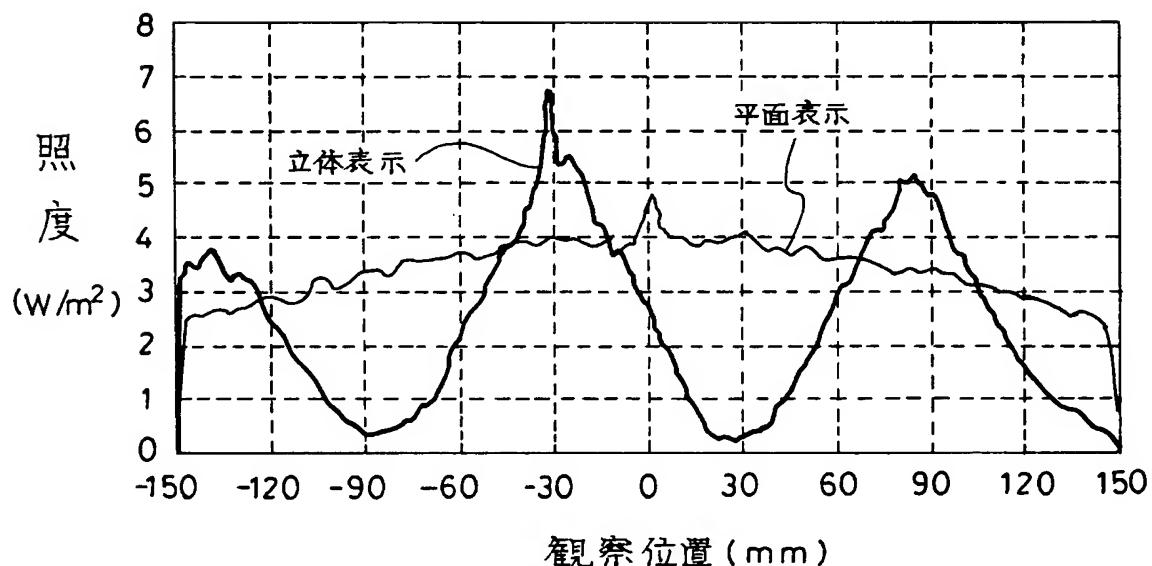


(a) 平面画像表示時

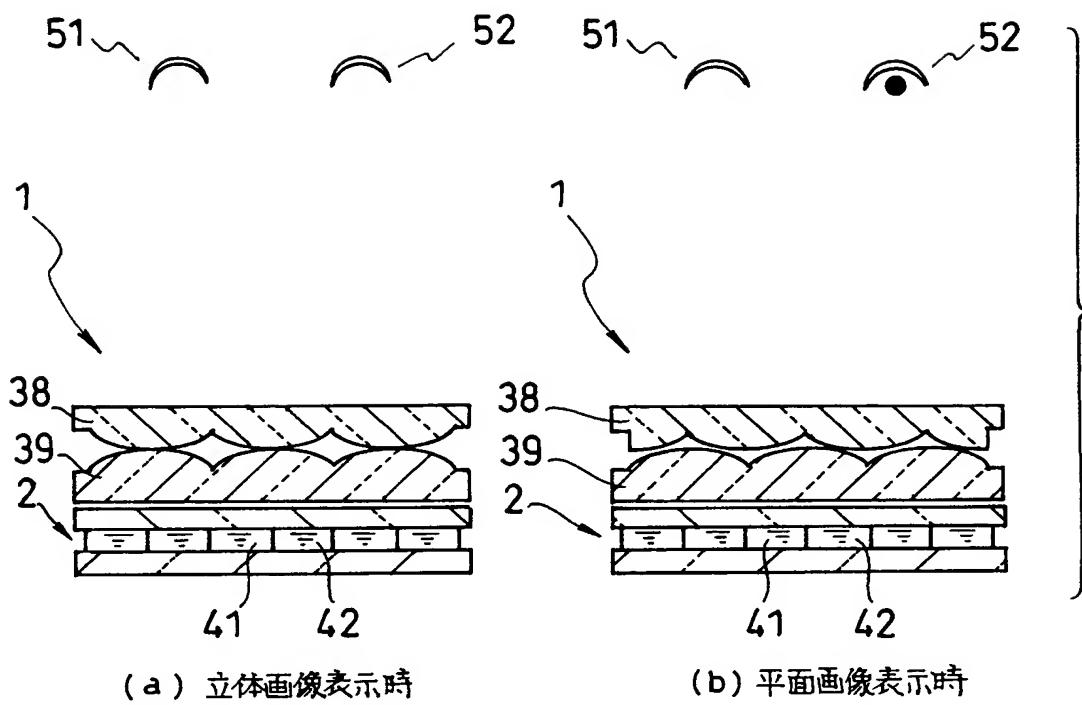
(b) 立体画像表示時

35 ; プリズム板

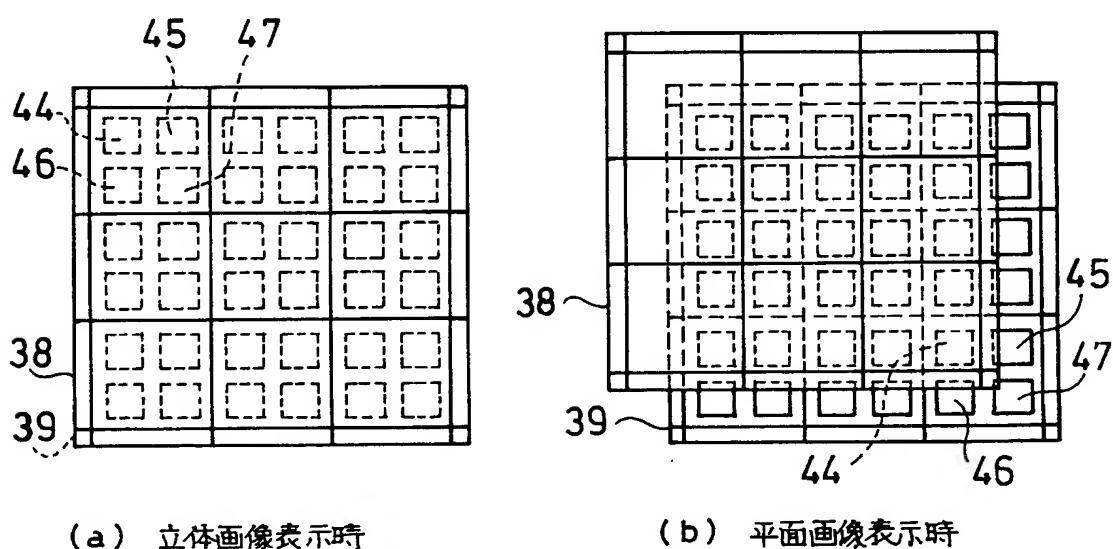
【図26】



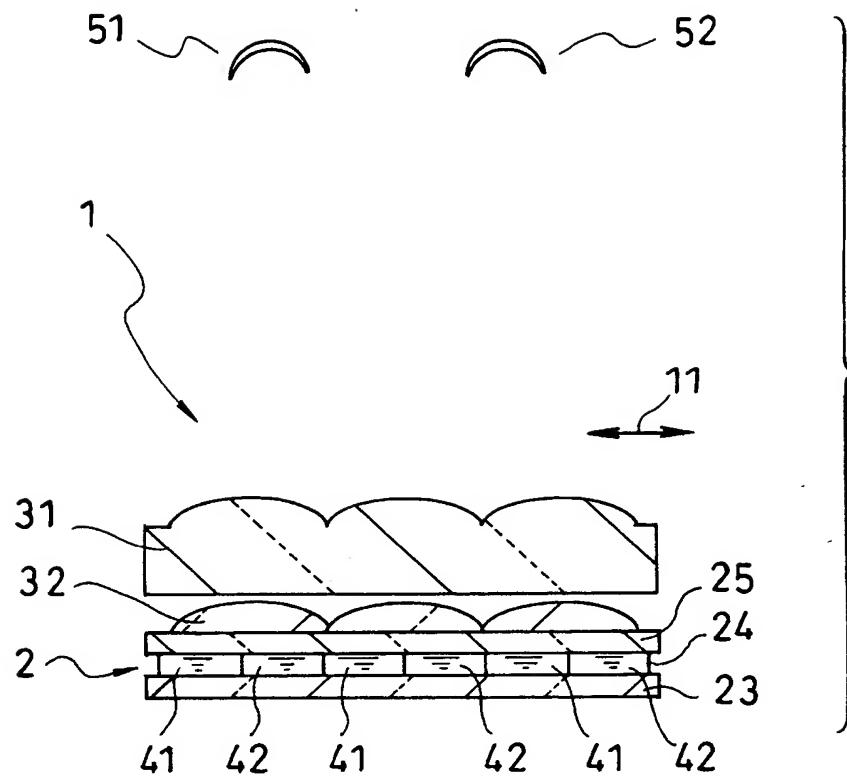
【図27】



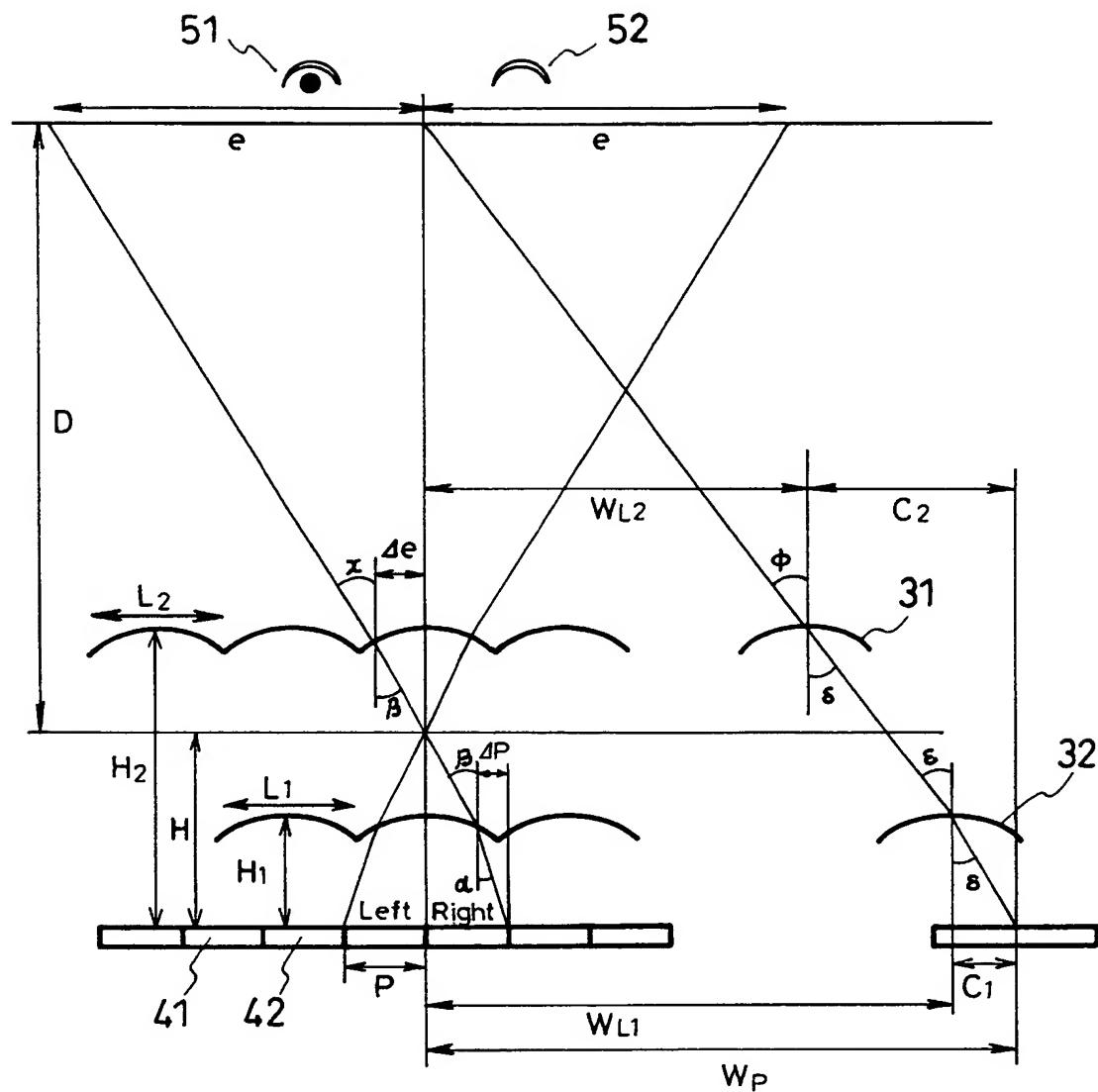
【図28】



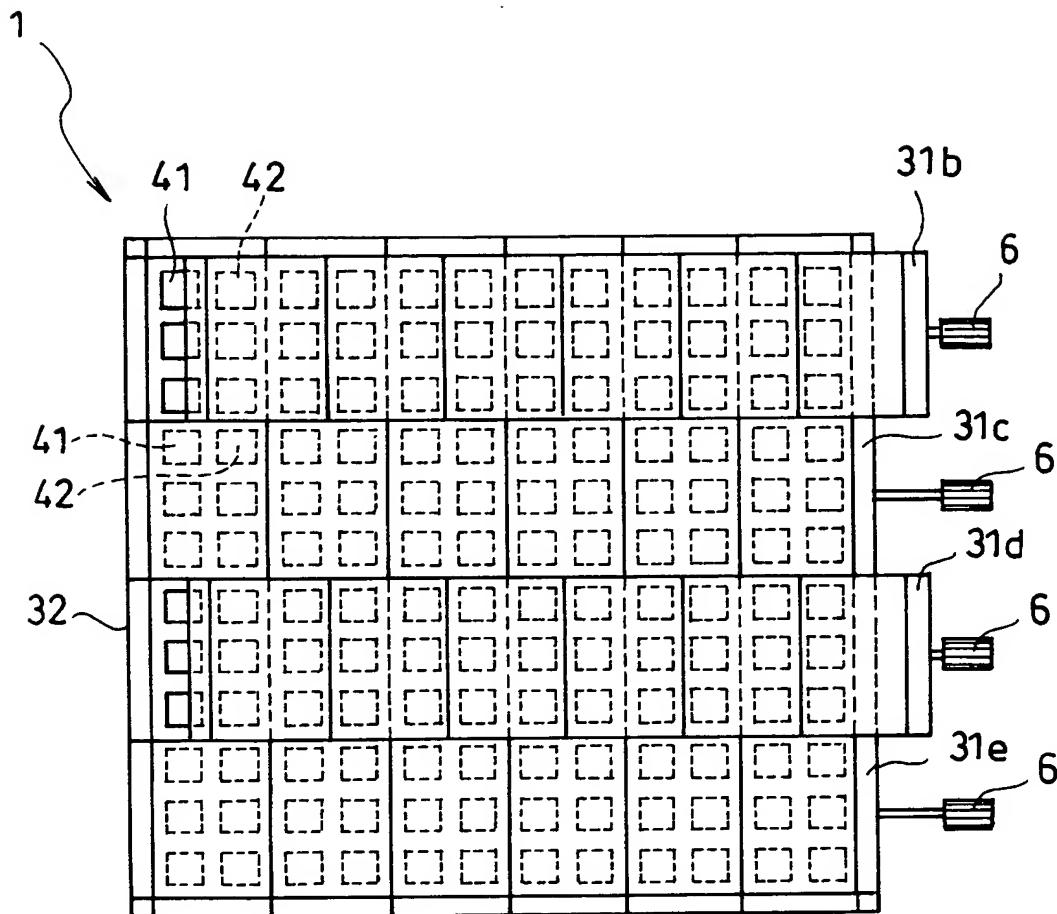
【図29】



【図30】

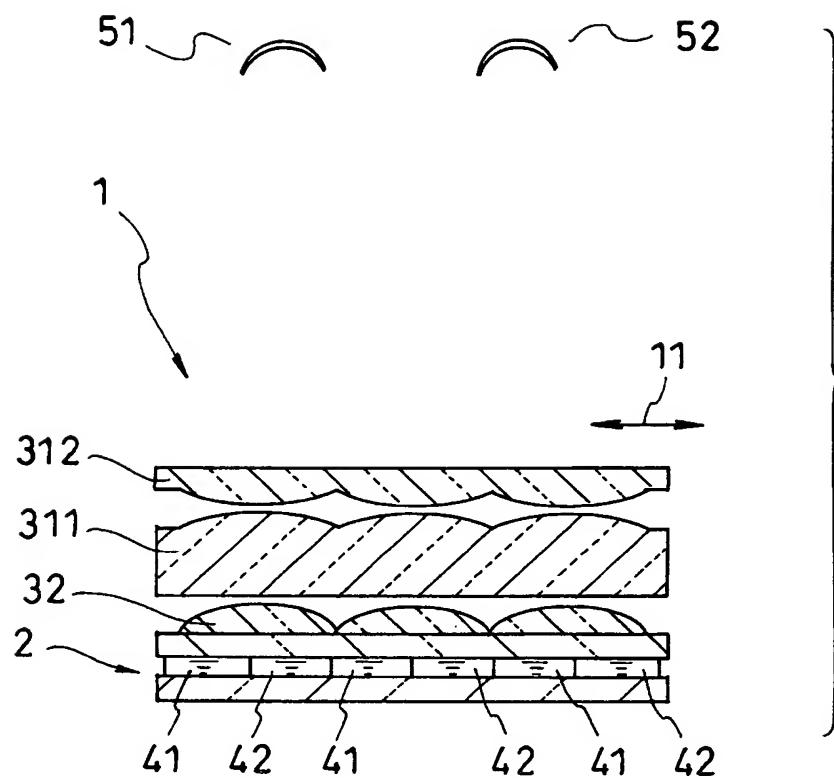


【図31】



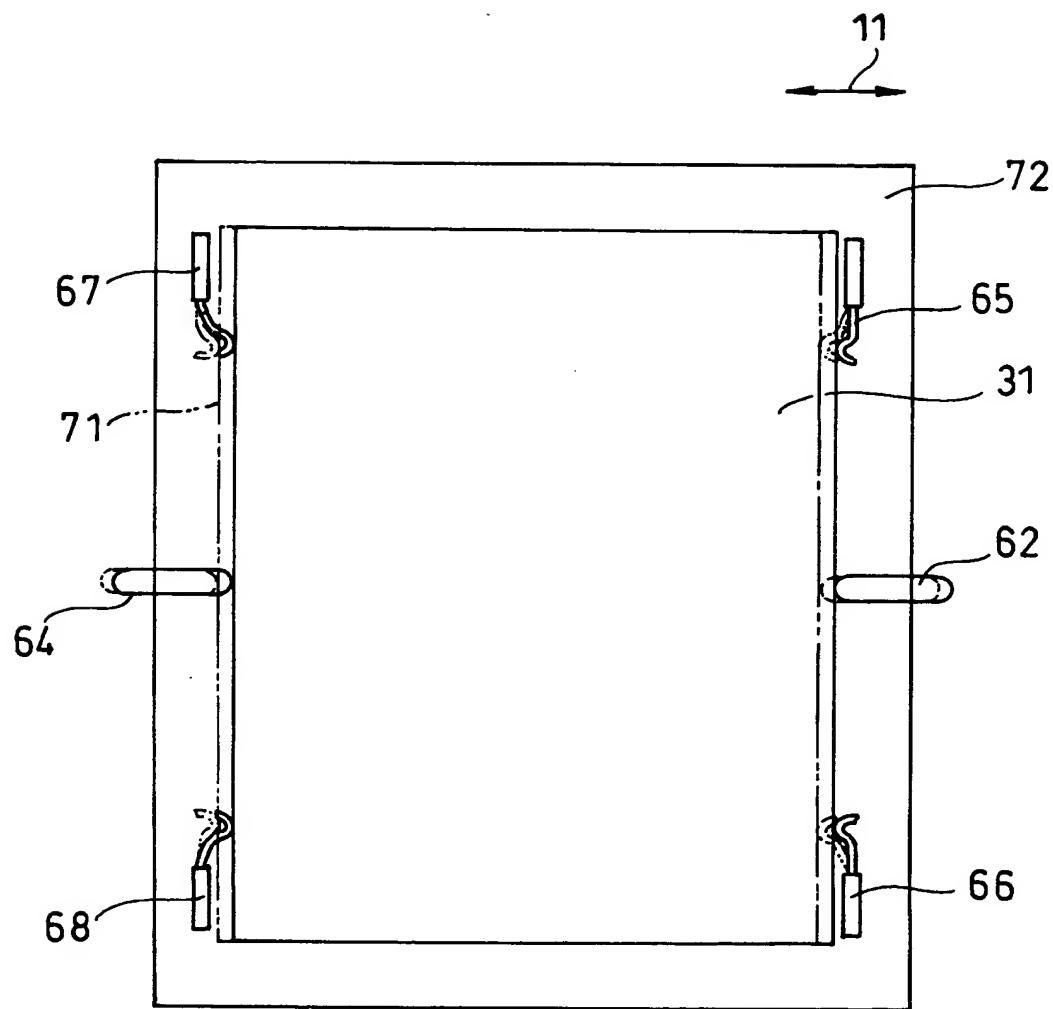
31b~31e ; 切断片

【図32】



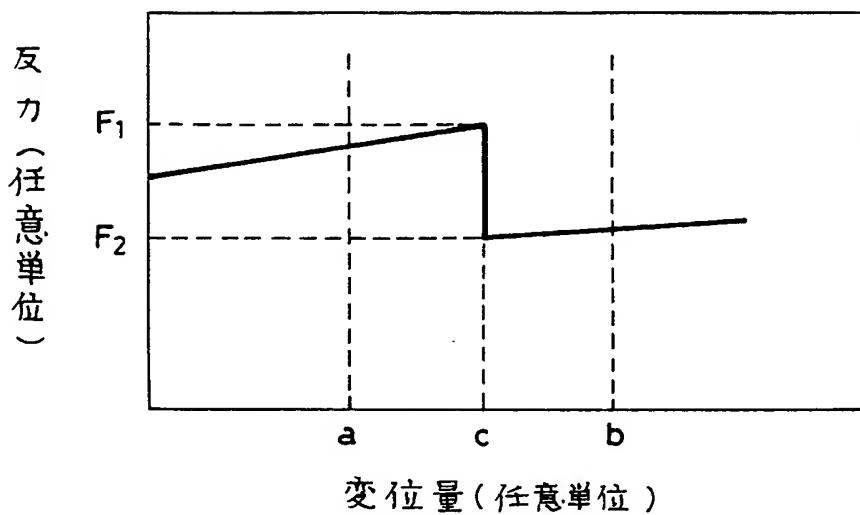
311,312 ; 凸型レンチキュラレンズ

【図33】

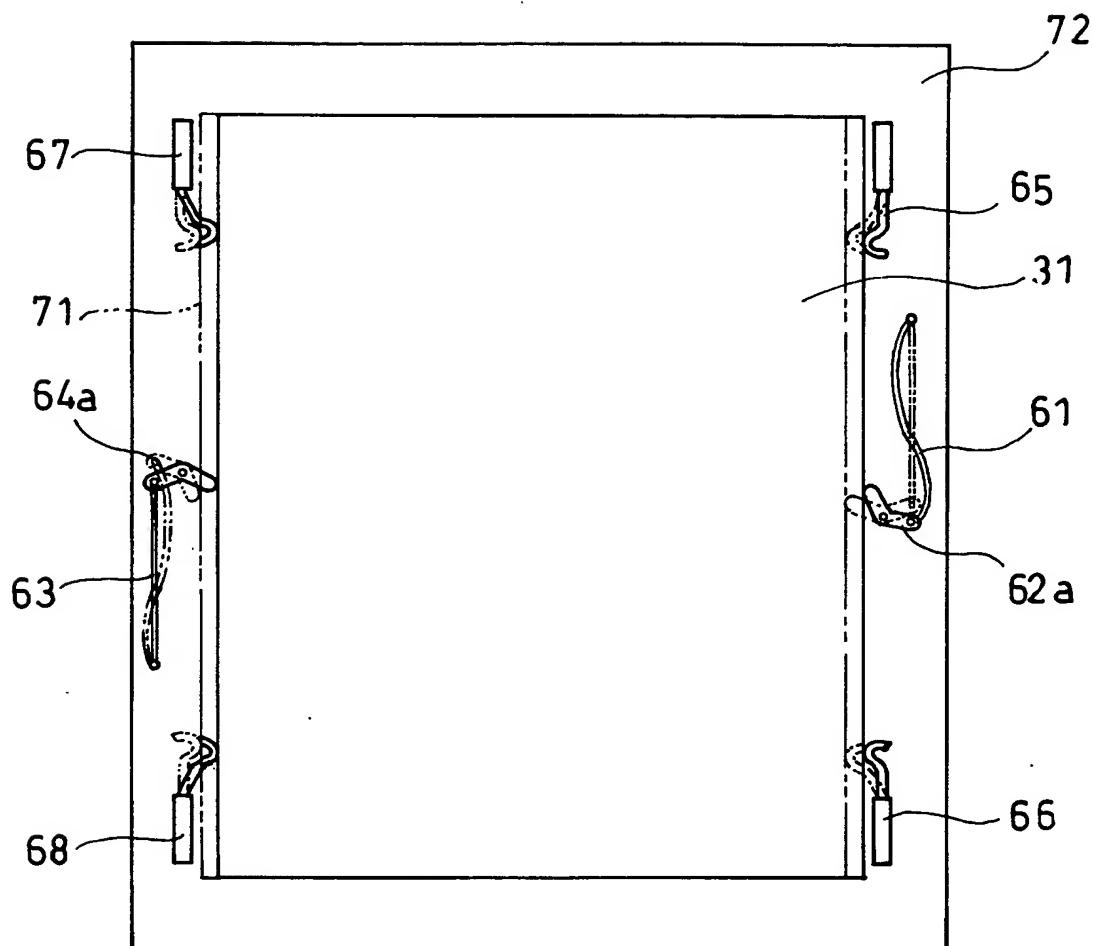


62, 64 ; レバー      65~68 ; 非線形ばね

【図34】



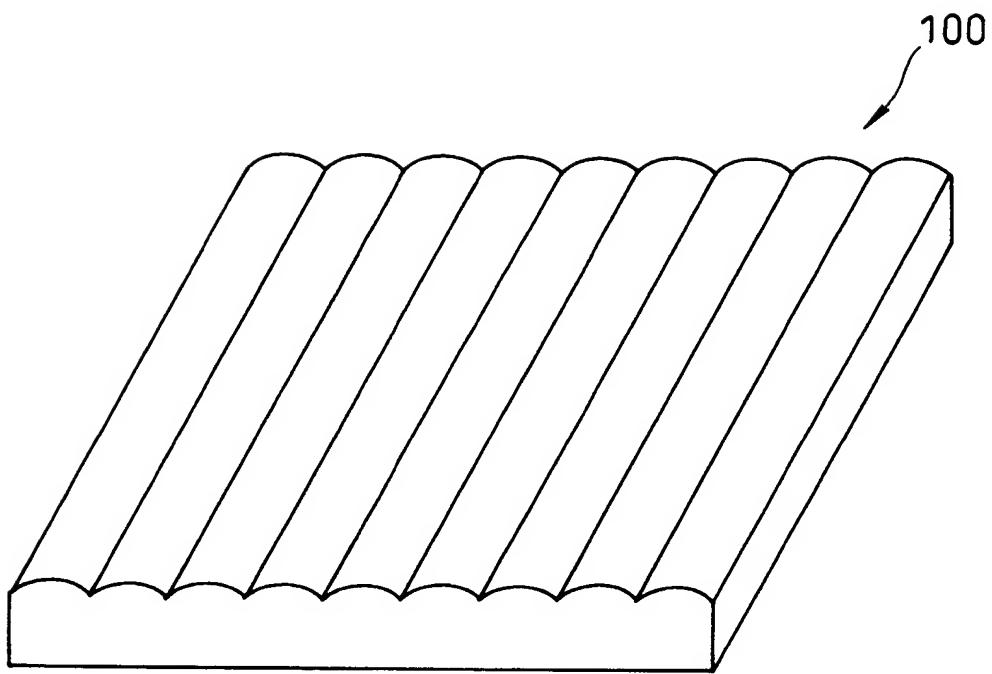
【図35】



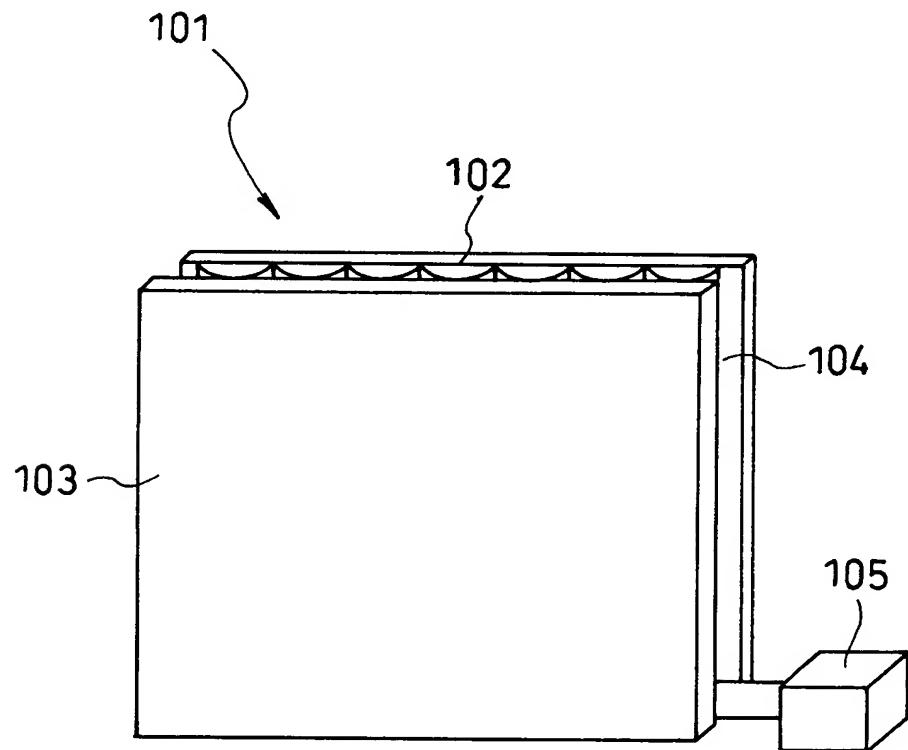
61, 63 ; アクチュエータ

62a, 64a ; カンチレバー

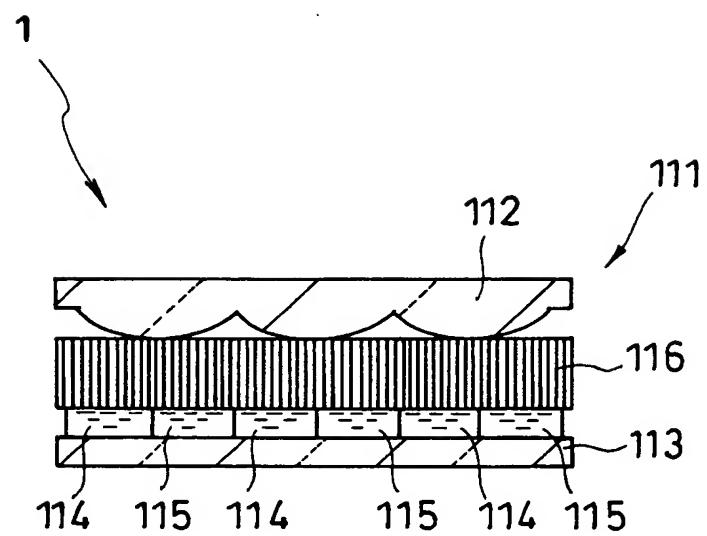
【図36】



【図37】



【図38】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 薄型且つ小型であり、立体画像表示と平面画像表示の切換が高速であり、表示品質が高く、低コストである立体画像平面画像切換表示装置及びこれを使用する携帯端末装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示装置2、レンチキュラレンズ32及び31を設ける。立体画像を表示するときは、レンチキュラレンズ31の光軸がレンチキュラレンズ32の光軸に一致するように、レンチキュラレンズ31を配置し、左眼用の画素41に左眼用の画像を表示させ、右眼用の画素42に右眼用の画像を表示させる。平面画像を表示するときは、レンチキュラレンズ31の光軸がレンチキュラレンズ32の光軸から半レンズピッチずれるように、レンチキュラレンズ31を配置し、画素41及び42に同一画像を独立して表示させる。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-247208
受付番号	50201271442
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 8月28日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成14年 8月27日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社